

Под редакцией Л. М. Монастырского

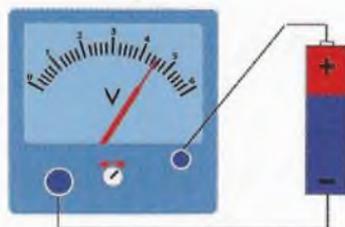
# ЕГЭ-2020

## ФИЗИКА

**35** ТРЕНИРОВОЧНЫХ  
ВАРИАНТОВ

ПО НОВОЙ  
ДЕМОВЕРСИИ **2020**

- ▶ ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ 6 ВАРИАНТОВ
- ▶ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ
- ▶ ОТВЕТЫ КО ВСЕМ ЗАДАНИЯМ



Под редакцией Л. М. Монастырского

# ФИЗИКА

---

## ПОДГОТОВКА К ЕГЭ–2020

### 35 тренировочных вариантов по демоверсии 2020 года

Учебно-методическое пособие



ЛЕГИОН  
Ростов-на-Дону  
2019

ББК 22.3я721

Ф50

Авторский коллектив является лауреатом Всероссийской выставки  
«Золотой фонд отечественной науки»  
Российской академии естествознания

**Рецензенты:**

*М. Н. Панченко*, учитель физики высшей категории МБОУ  
«Гимназия № 36», методист МАУ «Информационно-методический  
центр образования» г. Ростова-на-Дону;

*А. Ф. Ягудин*, кандидат физико-математических наук;

*В. А. Шевцов*, преподаватель физики.

**Авторский коллектив:**

Л. М. Монастырский, А. К. Атаманченко, Г. С. Безуглова,

И. И. Джужук, Ю. А. Игнатова, Л. В. Матюшкина,

С. А. Россинская, В. В. Семёнов, О. Б. Якунина

**Физика. Подготовка к ЕГЭ-2020. 35 тренировочных вариантов**  
Ф50 по демоверсии 2020 года : учебно-методическое пособие / под  
ред. Л. М. Монастырского. — Ростов н/Д: Легион, 2019. — 528 с. —  
(ЕГЭ).

ISBN 978-5-9966-1243-7

Пособие предназначено для подготовки к ЕГЭ по физике.

Книга содержит весь необходимый выпускнику материал:

• 35 новых тренировочных вариантов, составленных по официальным проектам демоверсии и спецификации ЕГЭ 2020 года, опубликованным 19.08.2019 на сайте ФИПИ [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru);

• развёрнутые решения к 6 вариантам;

• краткий теоретический материал;

• ответы ко всем вариантам.

Работая по этой книге, выпускники отработают осознанные навыки выполнения всех заданий ЕГЭ — от базовых до самых сложных. Учителя смогут использовать пособие как в процессе подготовки школьников к ЕГЭ, так и для организации повторения материала и текущего контроля.

Книга адресована учащимся старших классов, учителям, методистам.

ББК 22.3я721

ISBN 978-5-9966-1243-7

© ООО «Легион», 2019

# Оглавление

От авторов .....	5
<b>Глава I Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ .....</b>	<b>6</b>
§ 1. Механика .....	6
1.1. Основные понятия и законы кинематики .....	6
1.2. Основные понятия и законы динамики .....	9
1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики .....	11
1.4. Законы сохранения .....	14
1.5. Механические колебания и волны .....	15
§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика .....	17
2.1. Газовые законы .....	18
2.2. Элементы термодинамики .....	19
§ 3. Электродинамика .....	22
3.1. Основные понятия и законы электростатики .....	22
3.2. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля .....	24
3.3. Основные понятия и законы постоянного тока .....	25
3.4. Основные понятия и законы магнитостатики .....	27
3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции ..	28
3.6. Электромагнитные колебания и волны .....	29
§ 4. Оптика .....	31
4.1. Основные понятия и законы геометрической оптики .....	31
4.2. Основные понятия и законы волновой оптики .....	33
§ 5. Основы специальной теории относительности (СТО) .....	34
§ 6. Квантовая физика .....	35
6.1. Основные понятия и законы квантовой физики .....	35
6.2. Основные понятия и законы ядерной физики .....	36
§ 7. Основные понятия астрофизики .....	37
§ 8. Методы научного познания и физическая картина мира ....	41
Краткие справочные данные .....	43
<b>Глава II Тренировочные варианты .....</b>	<b>45</b>
Инструкция по выполнению работы .....	45
Вариант № 1 .....	47
Вариант № 2 .....	58
Вариант № 3 .....	70
Вариант № 4 .....	82

Вариант № 5 .....	93
Вариант № 6 .....	103
Вариант № 7 .....	115
Вариант № 8 .....	126
Вариант № 9 .....	138
Вариант № 10 .....	148
Вариант № 11 .....	161
Вариант № 12 .....	174
Вариант № 13 .....	186
Вариант № 14 .....	197
Вариант № 15 .....	208
Вариант № 16 .....	220
Вариант № 17 .....	232
Вариант № 18 .....	244
Вариант № 19 .....	253
Вариант № 20 .....	263
Вариант № 21 .....	274
Вариант № 22 .....	284
Вариант № 23 .....	293
Вариант № 24 .....	305
Вариант № 25 .....	316
Вариант № 26 .....	328
Вариант № 27 .....	340
Вариант № 28 .....	351
Вариант № 29 .....	362
Вариант № 30 .....	375
Вариант № 31 .....	389
Вариант № 32 .....	403
Вариант № 33 .....	417
Вариант № 34 .....	427
Вариант № 35 .....	437
<b>Решения некоторых вариантов .....</b>	<b>447</b>
Решение варианта № 1 .....	447
Решение варианта № 5 .....	458
Решение варианта № 10 .....	467
Решение варианта № 15 .....	479
Решение варианта № 21 .....	491
Решение варианта № 27 .....	498
<b>Ответы .....</b>	<b>509</b>

## **Уважаемые выпускники!**

Наше пособие предназначено для подготовки к ЕГЭ по физике — одному из самых сложных экзаменов. Варианты книги составлены в полном соответствии с проектами демоверсии и спецификации по физике на 2020 г. Предложенные задания охватывают все разделы программы по физике за курс средней школы и полностью аналогичны тем, которые встречаются на экзамене.

В пособии под одной обложкой собран весь материал, необходимый и достаточный для качественной подготовки к ЕГЭ:

- 35 новых авторских тренировочных вариантов, составленных в полном соответствии с проектами демоверсии и спецификации 2020 года, опубликованными на сайте ФИПИ ([www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)) 19.08.2019;
- краткий теоретический материал;
- подробное решение 6 вариантов;
- ответы ко всем вариантам.

Поскольку все 35 тренировочных вариантов снабжены ответами, а к 6 из них приведены подробные решения, это даст вам возможность заниматься по книге не только с учителем или репетитором, но и самостоятельно.

Если вы добросовестно освоите весь материал пособия и прорешаете предложенные тренировочные варианты, то в дальнейшем успешно справитесь на ЕГЭ с реальной экзаменационной работой и обязательно получите высокий балл.

**Успехов вам и удачи!**

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать на адрес электронной почты [legionrus@legionrus.com](mailto:legionrus@legionrus.com).

# Глава I

## Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ

### § 1. Механика

#### 1.1. Основные понятия и законы кинематики

Часть механики, в которой изучают движение, не рассматривая причины, вызывающие тот или иной характер движения, называют *кинематикой*. *Механическим движением* называют изменение положения тела относительно других тел.

*Системой отсчёта* называют тело отсчёта, связанную с ним систему координат и часы (систему отсчёта времени).

*Телом отсчёта* называют тело, относительно которого рассматривают положение других тел.

*Материальной точкой* называют тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

*Траекторией* называют мысленную линию, которую при своём движении описывает материальная точка.

По форме траектории движение делится на:

а) *прямолинейное* — траектория представляет собой отрезок прямой;

б) *криволинейное* — траектория представляет собой отрезок кривой.

*Путь* — это длина траектории, которую описывает материальная точка за данный промежуток времени. Это скалярная величина.

*Перемещение* — это вектор, соединяющий начальное положение материальной точки с её конечным положением (см. рис. 1).

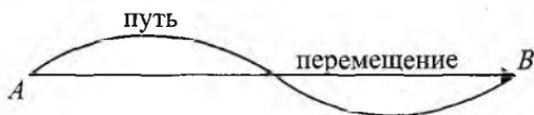


Рис. 1

*Равномерным прямолинейным движением* называют движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

*Скоростью равномерного прямолинейного движения* называют отношение перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{t}, \quad [v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

*Относительностью механического движения* называют зависимость пути, перемещения и скорости одной и той же материальной точки от выбора системы отсчёта.

*Закон сложения скоростей*: скорость тела  $\vec{v}$  в неподвижной системе отсчёта равна сумме скорости этого тела  $\vec{v}_1$  в подвижной системе отсчёта и скорости  $\vec{v}_2$  подвижной системы отсчёта относительно неподвижной:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.$$

Для неравномерного движения пользуются понятием *средней скорости*. Часто вводят среднюю скорость как скалярную величину. Это скорость такого равномерного движения, при котором тело проходит тот же путь за то же время, что и при неравномерном движении:  $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$ .

*Мгновенной скоростью* называют скорость тела в данной точке траектории или в данный момент времени.

*Равноускоренное прямолинейное движение* — это прямолинейное движение, при котором мгновенная скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

*Ускорением* называют отношение изменения мгновенной скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}, \quad [a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

*Зависимость координаты тела от времени в равномерном прямолинейном движении* имеет вид:

$$x = x_0 + v_x t,$$

где  $x_0$  — начальная координата тела,  $v_x$  — скорость движения.

*Свободным падением* называют равноускоренное движение с постоянным ускорением  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ , не зависящим от массы падающего тела. Оно происходит только под действием силы тяжести.

Скорость при свободном падении рассчитывается по формуле

$$v = v_0 \pm gt.$$

Перемещение по вертикали рассчитывается по формуле

$$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}.$$

Одним из видов движения материальной точки является движение по окружности. При таком движении скорость тела направлена по касательной, проведённой к окружности в той точке, где находится тело (линейная скорость). Описывать положение тела на окружности можно с помощью радиуса, проведённого из центра окружности к телу. Перемещение тела при движении по окружности описывается поворотом радиуса окружности, соединяющего центр окружности с телом. Отношение угла поворота радиуса к промежутку времени, в течение которого этот поворот произошёл, характеризует быстроту перемещения тела по окружности и носит название *угловой скорости*  $\omega$ :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

Угловая скорость связана с линейной скоростью соотношением

$$v = \omega r,$$

где  $r$  — радиус окружности.

Время, за которое тело описывает полный оборот, называется *периодом обращения*.

Величина, обратная периоду, — частота обращения —  $\nu$ .

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}.$$

Поскольку при равномерном движении по окружности модуль скорости не меняется, но меняется направление скорости, при таком движении существует ускорение. Его называют *центростремительным ускорением*, оно направлено по радиусу к центру окружности:

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r = 4\pi^2\nu^2 r.$$

## 1.2. Основные понятия и законы динамики

Часть механики, изучающая причины, вызвавшие ускорение тел, называется *динамикой*.

*Первый закон Ньютона:*

существуют такие системы отсчёта, относительно которых тело сохраняет свою скорость постоянной или покоится, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано.

Свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения при уравновешенных внешних силах, действующих на него, называется *инертностью*. Явление сохранения скорости тела при уравновешенных внешних силах называют *инерцией*. *Инерциальными системами отсчёта* называют системы, в которых выполняется первый закон Ньютона.

*Принцип относительности Галилея:*

во всех инерциальных системах отсчёта при одинаковых начальных условиях все механические явления протекают одинаково, т. е. подчиняются одинаковым законам.

*Масса* — это мера инертности тела.

*Сила* — это количественная мера взаимодействия тел.

*Второй закон Ньютона:*

сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на ускорение, сообщаемое этой силой:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Сложение сил заключается в нахождении равнодействующей нескольких сил, которая производит такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил.

*Третий закон Ньютона:*

силы, с которыми два тела действуют друг на друга, расположены на одной прямой, равны по модулю и противоположны по направлению:

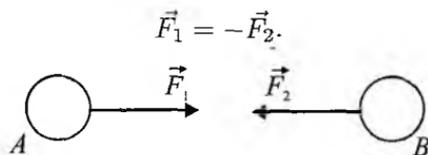


Рис. 2

III закон Ньютона подчеркивает, что действие тел друг на друга носит характер взаимодействия. Если тело *A* действует на тело *B*, то и тело *B* действует на тело *A* (см. рис. 2).

Другими словами, сила действия равна силе противодействия. Часто возникает вопрос: почему лошадь тянет сани, если эти тела взаимодействуют с равными силами? Это возможно только за счёт взаимодействия с третьим телом — Землёй. Сила, с которой копыта упираются в землю, должна быть больше, чем сила трения саней о землю. Иначе копыта будут проскальзывать, и лошадь не сдвинется с места.

Если тело подвергнуть деформации, то возникают силы, препятствующие этой деформации. Такие силы называют *силами упругости*. Закон Гука записывают в виде

$$F = -kx, \quad [k] = \frac{H}{M},$$

где  $k$  — жёсткость пружины,  $x$  — деформация тела. Знак «-» указывает, что сила и деформация направлены в разные стороны.

При движении тел друг относительно друга возникают силы, препятствующие движению. Эти силы называются *силами трения*. Различают *трение покоя* и *трение скольжения*. Сила трения скольжения подсчитывается по формуле

$$F = \mu N,$$

где  $N$  — сила реакции опоры,  $\mu$  — коэффициент трения.

Эта сила не зависит от площади трущихся тел. Коэффициент трения зависит от материала, из которого сделаны тела, и качества обработки их поверхности. *Трение покоя* возникает, если тела не перемещаются друг относительно друга. Сила трения покоя может меняться от нуля до некоторого максимального значения.

*Гравитационными силами* называют силы, с которыми любые два тела притягиваются друг к другу.

*Закон всемирного тяготения:*

любые два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Здесь  $R$  — расстояние между телами. Закон всемирного тяготения в таком виде справедлив либо для материальных точек, либо для тел шарообразной формы.

*Весом тела* называют силу, с которой тело давит на горизонтальную опору или растягивает подвес.

*Сила тяжести* — это сила, с которой все тела притягиваются к Земле:

$$F_T = mg.$$

При неподвижной опоре вес тела равен по модулю силе тяжести:

$$P = F_T = mg.$$

Если тело движется по вертикали с ускорением, то его вес будет изменяться.

При движении тела с ускорением, направленным вверх, его вес

$$P = m(g + a).$$

Видно, что в данном случае вес тела, движущегося с ускорением, больше веса покоящегося тела.

При движении тела с ускорением, направленным вниз, его вес

$$P = m(g - a).$$

В этом случае вес движущегося тела меньше веса покоящегося тела.

*Невесомость* называется такое движение тела, при котором его ускорение равно ускорению свободного падения, т. е.  $a = g$ . Это возможно в том случае, если на тело действует только одна сила — сила тяжести.

*Искусственный спутник Земли* — это тело, имеющее скорость  $v_1$ , достаточную для того, чтобы двигаться по окружности вокруг Земли.

На спутник Земли действует только одна сила — сила тяжести, направленная к центру Земли.

*Первая космическая скорость* — это скорость, которую надо сообщить телу, чтобы оно обращалось вокруг планеты по круговой орбите.

$$v_1 = \sqrt{gR},$$

где  $R$  — расстояние от центра планеты до спутника.

Для Земли вблизи её поверхности первая космическая скорость равна

$$v_1 = 7,9 \text{ км/с.}$$

### 1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики

Тело (материальная точка) находится в состоянии равновесия, если векторная сумма сил, действующих на него, равна нулю. Различают 3 вида равновесия: *устойчивое*, *неустойчивое* и *безразличное*. Если при

выведении тела из положения равновесия возникают силы, стремящиеся вернуть это тело обратно, это *устойчивое равновесие*. Если возникают силы, стремящиеся увести тело ещё дальше из положения равновесия, это *неустойчивое положение*; если никаких сил не возникает — *безразличное* (см. рис. 3).

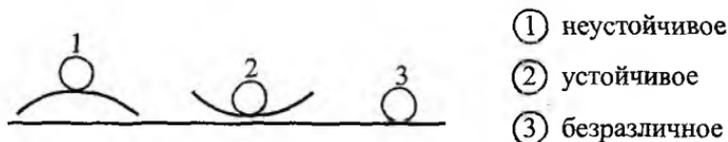


Рис. 3

Когда речь идёт не о материальной точке, а о теле, которое может иметь ось вращения, то для достижения положения равновесия, помимо равенства нулю суммы сил, действующих на тело, необходимо, чтобы алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело, была равна нулю.

$$M = Fd.$$

Здесь  $d$  — плечо силы. *Плечом силы  $d$*  называют расстояние от оси вращения до линии действия силы.

*Условие равновесия рычага:*

алгебраическая сумма моментов всех вращающих тело сил равна нулю.

*Давлением* называют физическую величину, равную отношению силы, действующей на площадку, перпендикулярную этой силе, к площади площадки:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Для жидкостей и газов справедлив *закон Паскаля*:

давление распространяется по всем направлениям без изменений.

Если жидкость или газ находятся в поле силы тяжести, то каждый вышерасположенный слой давит на нижерасположенные и по мере погружения внутрь жидкости или газа давление растёт. Для жидкостей

$$p = \rho gh,$$

где  $\rho$  — плотность жидкости,  $h$  — глубина проникновения в жидкость.

Однородная жидкость в сообщающихся сосудах устанавливается на одном уровне. Если в колена сообщающихся сосудов залить жидкость с разными плотностями, то жидкость с большей плотностью устанавливается на меньшей высоте. В этом случае

$$\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2.$$

Высоты столбов жидкости обратно пропорциональны плотностям:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

*Гидравлический пресс* представляет собой сосуд, заполненный маслом или иной жидкостью, в котором прорезаны два отверстия, закрытые поршнями. Поршни имеют разную площадь. Если к одному поршню приложить некоторую силу, то сила, приложенная ко второму поршню, оказывается другой.

Таким образом, гидравлический пресс служит для преобразования величины силы. Поскольку давление под поршнями должно быть одинаковым, то

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1}.$$

Чем больше отношение  $\frac{S_2}{S_1}$ , тем больший выигрыш в силе можно получить. Однако выигрыша в работе получить не удаётся. Поскольку жидкость несжимаема, то  $h_1 S_1 = h_2 S_2$ . Работа силы  $F_1$ :  $A_1 = F_1 h_1$ ; работа силы  $F_2$ :

$$A_2 = F_2 h_2 = \frac{F_1 S_2 h_2}{S_1} = \frac{F_1 S_2}{S_1} \cdot \frac{h_1 S_1}{S_2} = F_1 h_1.$$

Тогда  $A_1 = A_2$ .

На тело, погружённое в жидкость или газ, со стороны этой жидкости или газа действует направленная вверх выталкивающая сила, которую называют *силой Архимеда*.

Величину выталкивающей силы устанавливает *закон Архимеда*: на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу жидкости или газа, вытесненного телом:

$$F_A = \rho_{\text{жидк.}} g V_{\text{погр.}},$$

где  $\rho_{\text{жидк.}}$  — плотность жидкости, в которую погружено тело;  $V_{\text{погр.}}$  — объём погружённой части тела.

*Условие плавания тела* — тело плавает в жидкости или газе, когда выталкивающая сила, действующая на тело, равна силе тяжести, действующей на тело.

## 1.4. Законы сохранения

*Импульсом тела* называют физическую величину, равную произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Импульс — векторная величина.  $[p] = \text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ . Наряду с импульсом тела часто пользуются *импульсом силы*. Это произведение силы на время её действия.

Изменение импульса тела равно импульсу действующей на это тело силы. Для изолированной системы тел (система, телá которой взаимодействуют только друг с другом) выполняется *закон сохранения импульса*: сумма импульсов тел изолированной системы до взаимодействия равна сумме импульсов этих же тел после взаимодействия.

*Механической работой* называют физическую величину, которая равна произведению силы, действующей на тело, на перемещение тела и на косинус угла между направлением силы и перемещения:

$$A = FS \cos \alpha.$$

*Мощность* — это работа, совершённая в единицу времени:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Способность тела совершать работу характеризуют величиной, которую называют *энергией*. Механическую энергию делят на *кинетическую* и *потенциальную*. Если тело может совершать работу за счёт своего движения, говорят, что оно обладает *кинетической энергией*. Кинетическая энергия поступательного движения материальной точки подсчитывается по формуле

$$W_K = \frac{mv^2}{2}.$$

Если тело может совершать работу за счёт изменения своего положения относительно других тел или за счёт изменения положения частей тела, оно обладает *потенциальной энергией*. Пример потенциальной энергии: тело, поднятое над землёй; его энергия подсчитывается по формуле

$$W_{\text{П}} = mgh,$$

где  $h$  — высота подъёма.

Энергия сжатой пружины:

$$W_{\text{П}} = \frac{kx^2}{2},$$

где  $k$  — коэффициент жёсткости пружины,  $x$  — абсолютная деформация пружины.

Сумма потенциальной и кинетической энергии составляет *механическую энергию*.

Для изолированной системы тел в механике справедлив *закон сохранения механической энергии*: если между телами изолированной системы не действуют силы трения (или другие силы, приводящие к рассеянию энергии), то сумма механических энергий тел этой системы не изменяется.

Если же силы трения между телами изолированной системы есть, то при взаимодействии часть механической энергии тел переходит во внутреннюю энергию.

## 1.5. Механические колебания и волны

*Колебаниями* называются движения, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени. Колебания называются периодическими, если значения физических величин, изменяющихся в процессе колебаний, повторяются через равные промежутки времени.

*Гармоническими колебаниями* называются такие колебания, в которых колеблющаяся физическая величина  $x$  изменяется по закону синуса или косинуса, т. е.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi).$$

Величина  $A$ , равная наибольшему абсолютному значению колеблющейся физической величины  $x$ , называется *амплитудой* колебаний. Выражение  $\alpha = \omega t + \varphi$  определяет значение  $x$  в данный момент времени и называется *фазой* колебаний. *Периодом*  $T$  называется время, за которое колеблющееся тело совершает одно полное колебание. *Частотой периодических колебаний* называют число полных колебаний, совершённых за единицу времени:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Частота измеряется в  $\text{с}^{-1}$ . Эта единица называется герц (Гц).

*Математическим маятником* называется материальная точка массой  $m$ , подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания в вертикальной плоскости.

Если один конец пружины закрепить неподвижно, а к другому её концу прикрепить некоторое тело массой  $m$ , то при выведении тела из положения равновесия пружина растянется и возникнут колебания тела на пружине в горизонтальной или вертикальной плоскости. Такой маятник называется *пружинным*.

*Период колебаний математического маятника* определяется по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где  $l$  — длина маятника.

*Период колебаний груза на пружине* определяется по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где  $k$  — жёсткость пружины,  $m$  — масса груза.

*Распространение колебаний в упругих средах*

Среда называется *упругой*, если между её частицами существуют силы взаимодействия. *Волнами* называется процесс распространения колебаний в упругих средах.

Волна называется *поперечной*, если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных к направлению распространения волны. Волна называется *продольной*, если колебания частиц среды происходят в направлении распространения волны.

*Длиной волны* называется расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе:

$$\lambda = vT,$$

где  $v$  — скорость распространения волны.

*Звуковыми волнами* называют волны, колебания в которых происходят с частотами от 20 до 20 000 Гц.

Скорость звука различна в разных средах. Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.

*Ультразвуковыми волнами* называют волны, частота колебаний в которых превышает 20 000 Гц. Ультразвуковые волны не воспринимаются человеческим ухом.

## § 2. Молекулярная физика. Термодинамика

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) заключаются в следующем.

1. Вещества состоят из атомов и молекул.
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
3. Атомы и молекулы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания.

Характер движения и взаимодействия молекул может быть разным, в связи с этим принято различать 3 агрегатных состояния вещества: *твёрдое*, *жидкое* и *газообразное*. Наиболее сильно взаимодействие между молекулами в твёрдых телах. В них молекулы расположены в так называемых узлах кристаллической решётки, т. е. в положениях, при которых равны силы притяжения и отталкивания между молекулами. Движение молекул в твёрдых телах сводится к колебательному около этих положений равновесия. В жидкостях ситуация отличается тем, что, поколебавшись около каких-то положений равновесия, молекулы часто их меняют. В газах молекулы далеки друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними очень малы и молекулы движутся поступательно, изредка сталкиваясь между собой и со стенками сосуда, в котором они находятся.

*Относительной молекулярной массой*  $M_r$  называют отношение массы  $m_o$  молекулы к  $1/12$  массы атома углерода  $m_{oc}$ :

$$M_r = \frac{m_o}{\frac{1}{12}m_{oc}}.$$

Количество вещества в молекулярной физике принято измерять в молях.

*Молем*  $\nu$  называется количество вещества, в котором содержится столько же атомов или молекул (структурных единиц), сколько их содержится в 12 г углерода. Это число атомов в 12 г углерода называется *числом Авогадро*:

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

*Молярная масса*  $M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  — это масса одного моля вещества. Количество молей в веществе можно рассчитать по формуле

$$\nu = \frac{m}{M}.$$

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{V}^2,$$

где  $m_0$  — масса молекулы;  $n$  — концентрация молекул;  $\bar{V}$  — средняя квадратичная скорость движения молекул.

## 2.1. Газовые законы

Уравнение состояния идеального газа — уравнение Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

*Изотермический процесс* (закон Бойля — Мариотта):

Для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления на его объём есть величина постоянная:

$$pV = \text{const.}$$

В координатах  $p$ - $V$  изотерма — гипербола, а в координатах  $V$ - $T$  и  $p$ - $T$  — прямые (см. рис. 4).

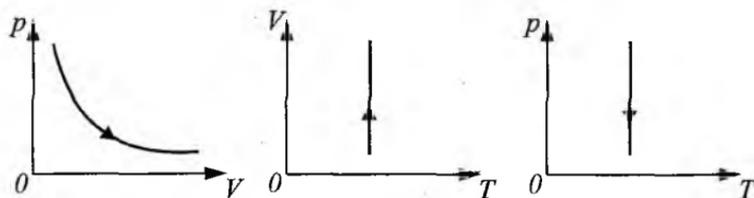


Рис. 4

*Изохорный процесс* (закон Шарля):

Для данной массы газа при неизменном объёме отношение давления к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 5):

$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$



Рис. 5

*Изобарный процесс* (закон Гей-Люссака):

Для данной массы газа при неизменном давлении отношение объёма газа к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 6):

$$\frac{V}{T} = const.$$

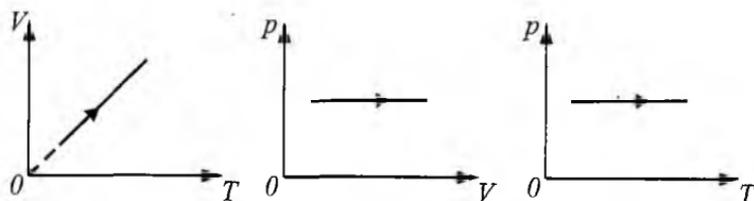


Рис. 6

*Закон Дальтона:*

Если в сосуде находится смесь нескольких газов, то давление смеси равно сумме парциальных давлений, т.е. тех давлений, которые каждый газ создавал бы в отсутствие остальных.

## 2.2. Элементы термодинамики

*Внутренняя энергия* тела равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех молекул относительно центра масс тела и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул друг с другом.

*Внутренняя энергия идеального газа* представляет собой сумму кинетических энергий беспорядочного движения его молекул; так как молекулы идеального газа не взаимодействуют друг с другом, то их потенциальная энергия обращается в нуль.

Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT.$$

*Количеством теплоты*  $Q$  называют количественную меру изменения внутренней энергии при теплообмене без совершения работы.

*Удельная теплоёмкость* — это количество теплоты, которое получает или отдаёт 1 кг вещества при изменении его температуры на 1 К.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}, \quad [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

*Работа в термодинамике:*

работа при изобарном расширении газа равна произведению давления газа на изменение его объёма:

$$A' = p(V_2 - V_1) = p \cdot \Delta V.$$

*Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики):*

Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = A + Q.$$

*Применение первого закона термодинамики к изопроцессам:*

а) изотермический процесс  $T = \text{const} \Rightarrow \Delta T = 0$ .

В этом случае изменение внутренней энергии идеального газа

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = 0.$$

Следовательно,  $Q = A'$ .

Всё переданное газу тепло расходуется на совершение им работы против внешних сил;

б) изохорный процесс  $V = \text{const} \Rightarrow \Delta V = 0$ .

В этом случае работа газа

$$A' = p \cdot \Delta V = 0.$$

Следовательно,  $\Delta U = Q$ .

Всё переданное газу тепло расходуется на увеличение его внутренней энергии;

в) изобарный процесс  $p = \text{const} \Rightarrow \Delta p = 0$ .

В этом случае

$$Q = \Delta U + A'.$$

*Адиабатным* называется процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой:

$$Q = 0.$$

В этом случае  $A' = -\Delta U$ , т.е. изменение внутренней энергии газа происходит за счёт совершения работы газа над внешними телами.

При расширении газ совершает положительную работу. Работа  $A$ , совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы газа только знаком:

$$A = -A' = -p\Delta V.$$

*Количество теплоты, необходимое для нагревания тела* в твёрдом или жидком состоянии в пределах одного агрегатного состояния, рассчитывается по формуле

$$Q = cm(t_2 - t_1),$$

где  $c$  — удельная теплоёмкость тела,  $m$  — масса тела,  $t_1$  — начальная температура,  $t_2$  — конечная температура.

*Количество теплоты, необходимое для плавления тела* при температуре плавления, рассчитывается по формуле

$$Q = \lambda m,$$

где  $\lambda$  — удельная теплота плавления,  $m$  — масса тела.

*Количество теплоты, необходимое для испарения*, рассчитывается по формуле

$$Q = rm,$$

где  $r$  — удельная теплота парообразования,  $m$  — масса тела.

Для того чтобы превратить часть этой энергии в механическую, чаще всего пользуются тепловыми двигателями. *Коэффициентом полезного действия теплового двигателя* называют отношение работы  $A$ , совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1.$$

Французский инженер С. Карно придумал идеальную тепловую машину с идеальным газом в качестве рабочего тела. КПД такой машины

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

В воздухе, представляющем из себя смесь газов, наряду с другими газами находятся водяные пары. Их содержание принято характеризовать термином «влажность». Различают абсолютную и относительную влажность.

*Абсолютной влажностью* называют плотность водяных паров в воздухе —  $\rho$  ( $[\rho] = \text{г/м}^3$ ). Можно характеризовать абсолютную влажность парциальным давлением водяных паров —  $p$  ( $[p] = \text{мм рт. столба; Па}$ ).

*Относительная влажность* ( $\varphi$ ) — отношение плотности водяного пара, имеющегося в воздухе, к плотности того водяного пара, который должен был бы содержаться в воздухе при этой температуре, чтобы пар был насыщенным. Можно измерять относительную влажность как отношение парциального давления водяного пара ( $p$ ) к тому парциальному давлению ( $p_0$ ), которое имеет насыщенный пар при этой температуре:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$$

## § 3. Электродинамика

### 3.1. Основные понятия и законы электростатики

*Закон Кулона:*

Сила взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}.$$

Коэффициент пропорциональности в этом законе

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$$

В СИ коэффициент  $k$  записывается в виде

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

где  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м (электрическая постоянная).

*Точечными зарядами* называют такие заряды, расстояния между которыми гораздо больше их размеров.

Электрические заряды взаимодействуют между собой с помощью электрического поля. Для качественного описания электрического поля используется силовая характеристика, которая называется «напряжённостью электрического поля» ( $\vec{E}$ ). *Напряжённость электрического поля* равна отношению силы, действующей на пробный заряд, помещённый в некоторую точку поля, к величине этого заряда:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Направление вектора напряжённости совпадает с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд.  $[E]=\text{В/м}$ . Из закона Кулона и определения напряжённости поля следует, что напряжённость поля точечного заряда

$$E = k \frac{q}{r^2},$$

где  $q$  — заряд, создающий поле;  $r$  — расстояние от точки, где находится заряд, до точки, где создаётся поле.

Если электрическое поле создаётся не одним, а несколькими зарядами, то для нахождения напряжённости результирующего поля используется принцип суперпозиции электрических полей: напряжённость результирующего поля равна векторной сумме напряжённостей полей, созданных каждым из зарядов-источников в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n.$$

*Работа электрического поля* при перемещении заряда: найдём работу перемещения положительного заряда силами Кулона в однородном электрическом поле. Пусть поле перемещает заряд  $q$  из точки 1 в точку 2:

$$A = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1).$$

В электрическом поле работа не зависит от формы траектории, по которой перемещается заряд. Из механики известно, что если работа не зависит от формы траектории, то она равна изменению потенциальной энергии с противоположным знаком:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}).$$

Отсюда следует, что

$$W_p = qEd.$$

*Потенциалом электрического поля* называют отношение потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду:

$$\varphi = \frac{W_p}{q}.$$

Запишем работу поля в виде

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU.$$

Здесь  $U = \varphi_1 - \varphi_2$  — *разность потенциалов* в начальной и конечной точках траектории. Разность потенциалов называют также *напряжением*.

Часто наряду с понятием «разность потенциалов» вводят понятие «потенциал некоторой точки поля». Под потенциалом точки подразумевают разность потенциалов между данной точкой и некоторой заранее выбранной точкой поля. Эту точку можно выбирать в бесконечности, тогда говорят о потенциале относительной бесконечности.

*Потенциал поля точечного заряда* подсчитывается по формуле

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}.$$

Проекция напряжённости электрического поля на какую-нибудь ось и потенциал связаны соотношением

$$E_x = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}.$$

### 3.2. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля

*Электроёмкостью* тела называют величину отношения

$$C = \frac{q}{\varphi}; \quad [C] = \text{Ф}; \quad 1 \text{ Ф} = 10^6 \text{ мкФ} = 10^{12} \text{ пкФ}.$$

Формула для подсчёта ёмкости плоского конденсатора имеет вид

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d},$$

где  $S$  — площадь обкладок,  $d$  — расстояние между ними.

Конденсаторы можно соединять в батареи. При параллельном соединении ёмкость батареи  $C$  равна сумме ёмкостей конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

Разности потенциалов между обкладками одинаковы, а заряды прямо пропорциональны ёмкостям.

При последовательном соединении величина, обратная ёмкости батареи, равна сумме обратных ёмкостей, входящих в батарею:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

Заряды на конденсаторах одинаковы, а разности потенциалов обратно пропорциональны ёмкостям.

Заряженный конденсатор обладает энергией. Энергию заряженного конденсатора можно подсчитать по любой из следующих формул:

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}.$$

### 3.3. Основные понятия и законы постоянного тока

*Электрический ток* — направленное движение электрических зарядов. В разных веществах носителями заряда выступают элементарные частицы разного знака. За положительное направление тока принято направление движения положительных зарядов. Количественно электрический ток характеризуют его силой. Это заряд, прошедший за единицу времени через поперечное сечение проводника:

$$I = \frac{q}{t}.$$

*Закон Ома для участка цепи* имеет вид

$$I = \frac{1}{R}U.$$

Коэффициент пропорциональности  $R$ , называемый *электрическим сопротивлением*, является характеристикой проводника  $[R] = \text{Ом}$ . *Сопротивление проводника* зависит от его геометрии и свойств материала:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где  $l$  — длина проводника,  $\rho$  — удельное сопротивление,  $S$  — площадь поперечного сечения.  $\rho$  является характеристикой материала и его состояния.  $[\rho] = \text{Ом}\cdot\text{м}$ .

Проводники можно соединять последовательно. Сопротивление такого соединения находится как сумма сопротивлений:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

При параллельном соединении величина, обратная сопротивлению, равна сумме обратных сопротивлений:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

Для того чтобы в цепи длительное время протекал электрический ток, в составе цепи должны содержаться источники тока. Количественно источники тока характеризуют их *электродвижущей силой* (ЭДС). Это отношение работы, которую совершают сторонние силы при переносе электрических зарядов по замкнутой цепи, к величине перенесённого заряда:

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}.$$

Если к зажимам источника тока подключить нагрузочное сопротивление  $R$ , то в получившейся замкнутой цепи потечёт ток, силу которого можно подсчитать по формуле

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

Это соотношение называют *законом Ома для полной цепи*.

Электрический ток, пробегая по проводникам, нагревает их, совершая при этом работу

$$A = W = qU = UIt,$$

где  $t$  — время,  $I$  — сила тока,  $U$  — разность потенциалов,  $q$  — прошедший заряд.

*Закон Джоуля — Ленца:*

$$W = I^2 R t.$$

### 3.4. Основные понятия и законы магнитостатики

Характеристикой магнитного поля является *магнитная индукция*  $\vec{B}$ . Поскольку это вектор, то следует определить и направление этого вектора, и его модуль. Направление вектора магнитной индукции связано с ориентирующим действием магнитного поля на магнитную стрелку. За направление вектора магнитной индукции принимается направление от южного полюса  $S$  к северному  $N$  магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле.

Направление вектора магнитной индукции прямолинейного проводника с током можно определить с помощью *правила буравчика*:

если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

Модулем вектора магнитной индукции назовём отношение максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого участка:

$$B = \frac{F_m}{I \Delta l}.$$

Единица магнитной индукции называется тесла (1 Тл).

*Магнитным потоком*  $\Phi$  через поверхность контура площадью  $S$  называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь этой поверхности и на косинус угла между вектором магнитной индукции  $\vec{B}$  и нормалью к поверхности  $\vec{n}$ :

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Единицей магнитного потока является вебер (1 Вб).

На проводник с током, помещённый в магнитное поле, действует *сила Ампера*.

*Закон Ампера:*

на отрезок проводника с током силой  $I$  и длиной  $l$ , помещённый в однородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$ , действует сила, модуль которой равен

произведению модуля вектора магнитной индукции на силу тока, на длину участка проводника, находящегося в магнитном поле, и на синус угла между направлением вектора  $\vec{B}$  и проводником с током:

$$F = BIl \sin \alpha.$$

Направление силы Ампера определяется с помощью *правила левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец укажет направление силы Ампера.

На электрический заряд, движущийся в магнитном поле, действует *сила Лоренца*. Модуль силы Лоренца, действующей на положительный заряд, равен произведению модуля заряда на модуль вектора магнитной индукции и на синус угла между вектором магнитной индукции и вектором скорости движущегося заряда:

$$F = qvB \sin \alpha.$$

Направление силы Лоренца определяется с помощью *правила левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы Лоренца, действующей на заряд. Для отрицательно заряженной частицы сила Лоренца направлена против направления большого пальца.

### 3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции

Если замкнутый проводящий контур пронизывается меняющимся магнитным потоком, то в этом контуре возникает ЭДС и электрический ток. Эту ЭДС называют *ЭДС электромагнитной индукции*, а ток — индукционным. Явление их возникновения называют электромагнитной индукцией. ЭДС индукции можно подсчитать по основному закону электромагнитной индукции или по *закону Фарадея*:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(\Phi)'$$

Знак «—» связан с направлением индукционного тока. Оно определяется по *правилу Ленца*:

индукционный ток имеет такое направление, что его действие противодействует причине, вызвавшей появление этого тока.

Магнитный поток, пронизывающий контур, прямо пропорционален току, протекающему в этом контуре:

$$\Phi = LI.$$

Коэффициент пропорциональности  $L$  зависит от геометрии контура и называется индуктивностью, или коэффициентом самоиндукции этого контура.  $[L] = 1 \text{ Гн}$ .

*Энергию магнитного поля тока* можно подсчитать по формуле

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где  $L$  — индуктивность проводника, создающего поле;  $I$  — ток, текущий по этому проводнику.

### 3.6. Электромагнитные колебания и волны

*Колебательным контуром* называется электрическая цепь, состоящая из последовательно соединённых конденсатора с ёмкостью  $C$  и катушки с индуктивностью  $L$  (см. рис. 7).

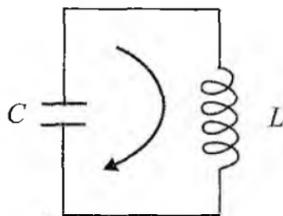


Рис. 7

Если зарядить конденсатор колебательного контура некоторым зарядом  $q$ , то он приобретёт энергию  $W = \frac{q^2}{2C}$ . В контуре возникают электромагнитные колебания, и энергия заряженного конденсатора переходит в энергию магнитного поля катушки  $W = \frac{LI^2}{2}$  и наоборот.

Для свободных незатухающих колебаний в контуре циклическая частота определяется формулой

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

Период свободных колебаний в контуре определяется *формулой Томсона*

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Если в  $LC$ -контур последовательно с  $L$ ,  $C$  и  $R$  включить источник переменного напряжения, то в цепи возникнут вынужденные электрические колебания. Такие колебания принято называть *переменным электрическим током*.

В цепь переменного тока можно включать три вида нагрузки — конденсатор, резистор и катушку индуктивности.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_R = I_0 R \cos \omega t = U_{0R} \cos \omega t.$$

Конденсатор оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле

$$R_C = \frac{1}{\omega C}.$$

Ток, текущий через конденсатор, по фазе опережает напряжение на  $\pi/2$  или на четверть периода, а напряжение отстает от тока на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_C = I_0 \frac{1}{\omega C} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0C} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле

$$R_L = \omega L.$$

Ток, текущий через катушку индуктивности, по фазе отстает от напряжения на  $\pi/2$  или на четверть периода. Напряжение опережает ток на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_L = I_0 \omega L \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = U_{0L} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right).$$

*Трансформатором* называется устройство, предназначенное для преобразования переменных токов. Трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника, на который надеты две катушки. Катушка, которая подключается к источнику переменного напряжения, называется *первичной обмоткой*, а катушка, которая подключается к потребителю, называется *вторичной обмоткой*. Отношение напряжения на первичной обмотке и вторичной обмотке трансформатора равно отношению числа витков в этих обмотках:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Величину  $K = \frac{N_1}{N_2}$  назовём *коэффициентом трансформации*. Если  $K > 1$ , трансформатор понижающий, если  $K < 1$ , трансформатор повышающий.

## § 4. Оптика

### 4.1. Основные понятия и законы геометрической оптики

#### *Законы отражения света*

*Первый закон отражения:*

лучи, падающий и отражённый, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности, восстановленным в точке падения луча.

*Второй закон отражения:*

угол падения равен углу отражения (см. рис. 8).

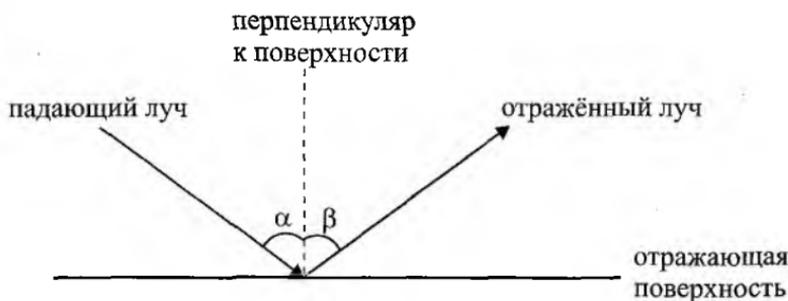


Рис. 8

$\alpha$  — угол падения,  $\beta$  — угол отражения.

### Законы преломления света. Показатель преломления.

*Первый закон преломления:*

падающий луч, преломлённый луч и перпендикуляр, восстановленный в точке падения к границе раздела, лежат в одной плоскости (см. рис. 9).

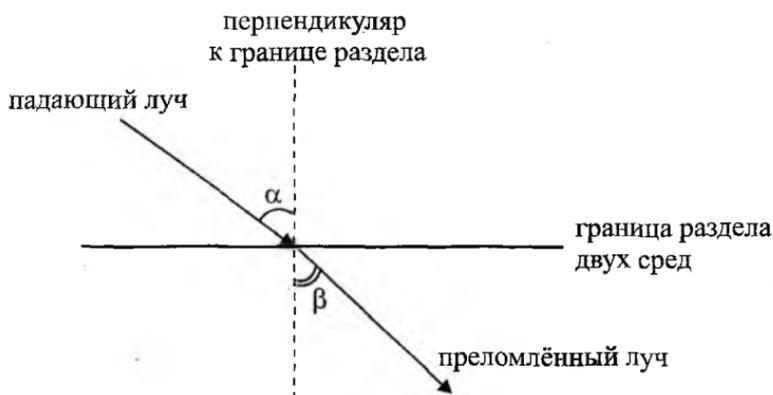


Рис. 9

*Второй закон преломления:*

отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и называемая относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

Относительный показатель преломления показывает, во сколько раз скорость света в первой среде отличается от скорости света во второй среде:

$$n = \frac{v_1}{v_2}.$$

*Полное отражение*

Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, то при выполнении условия  $\alpha > \alpha_0$ , где  $\alpha_0$  — предельный угол полного отражения, свет вообще не выйдет во вторую среду. Он полностью отразится от границы раздела и останется в первой среде. При этом закон отражения света даёт следующее соотношение:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}.$$

## 4.2. Основные понятия и законы волновой оптики

*Интерференцией* называется процесс наложения волн от двух или нескольких источников друг на друга, в результате которого происходит перераспределение энергии волн в пространстве. Для перераспределения энергии волн в пространстве необходимо, чтобы источники волн были когерентны. Это означает, что они должны испускать волны одинаковой частоты и сдвиг по фазе между колебаниями этих источников с течением времени не должен изменяться.

В зависимости от разности хода ( $\Delta$ ) в точке наложения лучей наблюдается *максимум* или *минимум интерференции*. Если разность хода лучей от синфазных источников  $\Delta$  равна целому числу длин волн  $m\lambda$  ( $m$  — целое число), то это максимум интерференции:

$$\Delta = m\lambda,$$

если нечётному числу полуволн — минимум интерференции:

$$\Delta = (2m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}.$$

*Дифракцией* называют отклонение в распространении волны от прямолинейного направления или проникновение энергии волн в область геометрической тени. Дифракция хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий и отверстий, через которые проходит волна, соизмеримы с длиной волны.

Один из оптических приборов, на котором хорошо наблюдать дифракцию света, — это *дифракционная решётка*. Она представляет собой стеклянную пластинку, на которую на равном расстоянии друг от друга алмазом нанесены штрихи. Расстояние между штрихами — *постоянная решётки*  $d$ . Лучи, прошедшие через решётку, дифрагируют под всевозможными углами. Линза собирает лучи, идущие под одинаковым углом дифракции, в одной из точек фокальной плоскости. Идущие под другим углом — в других точках. Накладываясь друг на друга, эти лучи дают максимум или минимум дифракционной картины. Условия наблюдения максимумов в дифракционной решётке имеют вид:

$$d \sin \varphi = m\lambda,$$

где  $m$  — целое число,  $\lambda$  — длина волны (см. рис. 10).

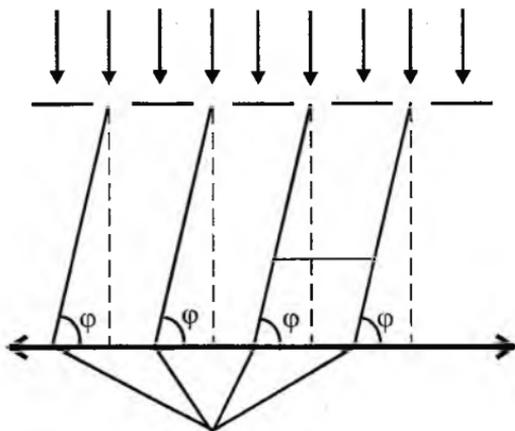


Рис. 10

## § 5. Основы специальной теории относительности (СТО)

Специальная теория относительности Эйнштейна основывается на двух постулатах:

*первый постулат (принцип относительности Эйнштейна)* — все процессы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта;

*второй постулат* — скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчёта. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приёмника светового сигнала.

Из постулатов теории относительности вытекают два следствия:

*относительность расстояний*: расстояние не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчёта. Длина тела в системе отсчёта, относительно которой движется тело, определяется формулой

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

здесь  $l_0$  — длина тела в системе отсчёта, относительно которой тело покоится,  $l$  — длина тела в системе отсчёта, относительно которой тело движется,  $v$  — скорость движения системы отсчёта,  $c$  — скорость света;

*относительность интервалов времени:* в движущихся системах отсчёта течение времени замедляется по формуле

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где  $\tau_0$  — промежуток времени между событиями в неподвижной системе отсчёта,  $\tau$  — промежуток времени между событиями в движущейся системе отсчёта.

*Релятивистский закон сложения скоростей:*

$$v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{vv_1}{c^2}}.$$

Здесь  $v$  — скорость подвижной системы отсчёта относительно неподвижной,  $v_1$  — скорость тела относительно подвижной системы отсчёта,  $v_2$  — скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта.

*Формула Эйнштейна для связи массы тела и его энергии:*

$$E = mc^2.$$

Релятивистская энергия и релятивистский импульс

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Связь релятивистской энергии и релятивистского импульса

$$E^2 = m^2c^4 + p^2c^2.$$

## § 6. Квантовая физика

### 6.1. Основные понятия и законы квантовой физики

*Фотоэффектом* называется потеря телами электронов под действием света. Существует критическая длина волны (своя для каждого металла), с превышением которой фотоэффект прекращается. Т.к. эта длина волны лежит в длинноволновой области спектра, то её принято называть *красной границей фотоэффекта*.

Для фотоэффекта Эйнштейн привлек представление о фотонах (квантах света), предложенное Планком для объяснения теплового излучения тел. *Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта* имеет вид:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mV^2}{2}.$$

*Постулаты Бора:*

1) электроны движутся в атоме по стационарным орбитам, на которых они обладают энергией, но энергии не излучают.

Таких стационарных орбит в атоме несколько. Нижняя орбита называется основным состоянием атома, остальные — возбуждённым состоянием атома;

2) переходя с одной стационарной орбиты на другую, электрон испускает или поглощает квант электромагнитной энергии, чья энергия пропорциональна частоте:

$$h\nu = E_2 - E_1.$$

## 6.2. Основные понятия и законы ядерной физики

В 1932 г. советский физик Иваненко и немецкий физик Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель ядра атома. По этой модели *ядро атома* состоит из двух видов элементарных частиц — *протонов* и *нейтронов*. Так как в целом атом электрически нейтрален, то число протонов в ядре равно числу электронов в атомной оболочке. Следовательно, число протонов равно атомному номеру элемента ( $Z$ ) таблицы Менделеева. Сумму числа протонов  $Z$  и числа нейтронов  $N$  называют *массовым числом* и обозначают  $A$ .

$$A = Z + N.$$

Под *энергией связи* понимают ту энергию, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны. Энергию связи атомных ядер можно рассчитать по формуле

$$E_{\text{св}} = \Delta M c^2.$$

Величину  $\Delta M$  называют *дефектом масс*, который определяется по формуле

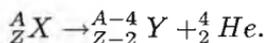
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}},$$

где  $m_p$  — масса протона,  $m_n$  — масса нейтрона,  $M_{\text{я}}$  — масса ядра.

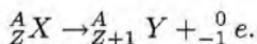
Самопроизвольное испускание неких частиц атомами получило название *радиоактивность*. Было установлено, что радиоактивные элементы испускают три вида излучения. Их назвали  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучами.

Природа  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучей различна.  $\gamma$ -лучи — это электромагнитные волны с очень маленькой длиной волны (от  $10^{-8}$  до  $10^{-11}$  см).  $\beta$ -лучи — это электроны, движущиеся со скоростями, близкими к скорости света.  $\alpha$ -лучи — это поток ядер атомов гелия (дважды ионизированные атомы гелия).  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучи испускаются атомами радиоактивных элементов при их превращениях.

Для  $\alpha$ - и  $\beta$ -распада действует *правило смещения*: при  $\alpha$ -распаде ядро теряет положительный заряд  $2e$ , а масса его убывает на 4 атомных единицы. В результате элемент смещается на 2 клетки к началу периодической системы. Если  $\alpha$ -распад претерпевает элемент  $X$ , то в результате получается элемент  $Y$ :



При  $\beta$ -распаде из ядра вылетает электрон. Он символически изображается  ${}^0_{-1}e$ , т. к. масса его очень мала. После  $\beta$ -распада элемент смещается на одну клетку к концу таблицы Менделеева:



При  $\gamma$ -распаде заряд не меняется, масса ядра меняется ничтожно мало. Число  $\alpha$ -распадов

$$N(\alpha) = \frac{A_1 - A_2}{4}.$$

Число  $\beta$ -распадов

$$N(\beta) = 2N(\alpha) - (Z_1 - Z_2).$$

## § 7. Основные понятия астрофизики

**Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела Солнечной системы**

**Солнечная система** включает в себя центральную звезду (Солнце) и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг неё.

Крупнейшие (после Солнца) объекты нашей системы — восемь шарообразных **планет**, имеющих эллиптические орбиты и располагающиеся в пределах почти плоского диска — плоскости эклиптики.

Четыре ближайшие к Солнцу планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс — называются **планетами земной группы**. Четыре более удалённые от Солнца планеты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — намного более массивны, чем планеты земной группы, и называются **газовыми гигантами**. Между Марсом и Юпитером находится пояс астероидов, схожий по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов. За орбитой Нептуна располагаются объекты, состоящие из замёрзшей воды, аммиака и метана, тоже являющиеся частью нашей Солнечной системы.

Планета	Диаметр относительно диаметра Земли	Масса относительно массы Земли	Радиус орбиты, а. е.	Период обращения, земных лет	Спутники
Меркурий	0,382	0,055	0,38	0,241	0
Венера	0,949	0,815	0,72	0,615	0
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	1
Марс	0,53	0,107	1,52	1,88	2
Юпитер	11,2	318	5,20	11,86	69
Сатурн	9,41	95	9,54	29,46	62
Уран	3,98	14,6	19,22	84,01	27
Нептун	3,81	17,2	30,06	164,79	14

### Звёзды: разнообразие звёздных характеристик и их закономерности. Источники энергии звёзд

**Звезда** — массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый в состоянии равновесия силами собственной гравитации и внутренним давлением.

Температура вещества в недрах звёзд измеряется миллионами кельвинов, а на их поверхности — тысячами кельвинов. Например, температура на поверхности Солнца — 6000 К.

**Светимость** звезды называется энергия, излучаемая звездой за 1 с со всей её поверхности. Для Солнца эта величина равна  $L = 4 \cdot 10^{26}$  Вт.

По температуре, цвету и виду спектра все звёзды можно разделить на **спектральные классы**, которые обозначили буквами O, B, A, F, G, K, M (см. табл. на с. 39).

Класс	Температура, К	Цвет	Примеры
О	30 000—60 000	голубой	Кси Персея
В	10 000—30 000	бело-голубой	Ригель
А	7500—10 000	белый	Сириус
F	6000—7500	жёлто-белый	Процион
G	5000—6000	жёлтый	Солнце
K	3500—5000	оранжевый	Альдебаран
M	2000—3500	красный	Бетельгейзе

В зависимости от спектрального класса и светимости (диаграмма Герцшпрунга — Рассела) звёзды делятся на несколько основных групп.

**Главная последовательность.** К этой группе относится большинство звёзд, в том числе и Солнце. Плотности звёзд этой группы сравнимы с солнечной плотностью.

**Красные гиганты.** К этой группе в основном относятся звёзды красного цвета с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный.

**Сверхгиганты.** Это звёзды со светимостями, в десятки и сотни тысяч раз превышающими солнечную. Радиусы этих звёзд превышают радиус Солнца в сотни раз.

**Белые карлики.** Эта группа звёзд в основном белого цвета со светимостями, в сотни и тысячи раз меньше солнечной. По размерам они сравнимы с размерами Земли, но их массы близки к массе Солнца.

### Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд

Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвёздного газа, сжимающееся под действием гравитационных сил и постепенно принимающее форму шара. При сжатии энергия гравитационного поля переходит в тепло и температура объекта возрастает. На этой стадии развития такое облако называется **протозвездой**. Когда температура в центре достигает 15—20 миллионов К, начинаются термоядерные реакции и сжатие прекращается. Объект становится полноценной **звездой**. Когда в центре звезды весь водород превратится в гелий, термоядерное горение водорода продолжается на периферии гелиевого ядра. В этот период структура звезды начинает заметно меняться. Светимость звезды растёт, внешние слои расширяются, а внутренние, наоборот, сжимаются. Температура поверхности снижается, звезда раздувается — она становится красным гигантом или сверхгигантом в зависимости от массы.

Если звезда имела небольшую массу, то её раздувшаяся оболочка образует планетарную туманность. После окончательного рассеяния оболочка от звезды остаётся только горячее ядро — белый карлик.

Если звезда имела большую массу, то в конце своей жизни она может взорваться **сверхновой звездой**, а её ядро резко сжаться и превратиться в **нейтронную звезду** или даже **чёрную дыру**. Сброшенная оболочка, обогащённая гелием и другими тяжёлыми элементами, образовавшимися в недрах звезды, рассеивается в пространстве и служит материалом для формирования новых звёзд.

### Наша Галактика. Другие галактики. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной

Солнечная система входит в состав галактики **Млечный Путь**. Она представляет собой плоскую систему, имеющую спиральную структуру, и содержит в себе около 100 млрд звёзд, среднее расстояние между которыми около 5 св. лет. Наша галактика вращается, совершая один оборот почти за 200 млн лет. В её центре, в небольшой области, сравнимой по размеру с Солнечной системой, сосредоточена масса, превышающая массу Солнца в 2 млн раз. Это может служить доказательством существования в центре нашей Галактики чёрной дыры.

Для изучения физических свойств галактик астрофизики используют методы спектрального анализа. Наблюдения показали, что линии в спектрах всех известных галактик смещены к красному спектру. Этот сдвиг вызван удалением исследуемой галактики со скоростью  $v$  от наблюдателя. При этом справедлив закон Хаббла:

**Скорости удаления галактик возрастают прямо пропорционально расстоянию до них**

$$v = Hr,$$

где  $H = 69 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$  — постоянная Хаббла,  $v$  — скорость удаления галактики,  $r$  — расстояние до неё.

Наблюдаемое разбегание галактик объясняется расширением Вселенной. Радиус Вселенной можно оценить с помощью закона Хаббла. Так как максимальная скорость не может превышать скорость света  $c$ , то максимальное расстояние

$$R = \frac{c}{H} = 4 \cdot 10^3 \text{ Мпк} = 1,3 \cdot 10^{10} \text{ св. лет} = 1,24 \cdot 10^{26} \text{ м.}$$

С помощью закона Хаббла можно оценить и примерный возраст Вселенной —  $t = 13 \cdot 10^9$  лет.

## § 8. Методы научного познания и физическая картина мира

Очень большое внимание в этом блоке уделяется эксперименту, причём его результаты представлены либо в виде таблицы, либо в виде графиков. Использование результатов эксперимента, представленных в таком виде, требует определённых навыков и умений.

Разберём принцип построения графиков по результатам эксперимента, представленных в виде отдельных значений на рисунке 11.

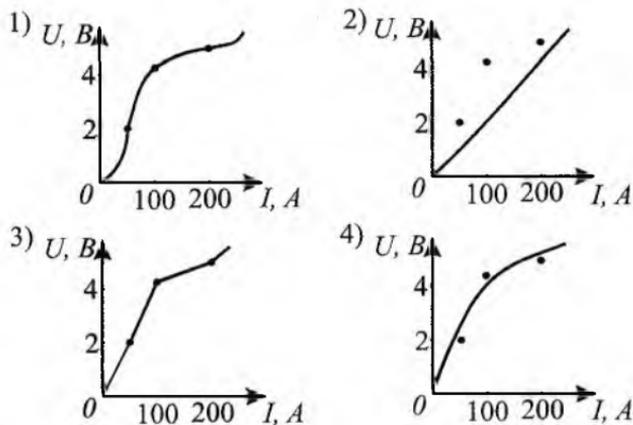


Рис. 11

Точками указаны результаты измерения силы тока, напряжения и построено несколько графиков. Какой из графиков построен правильно?

1. Прежде всего, следует сказать, что все экспериментальные значения силы тока и напряжения получены с некоторой погрешностью.

2. Кроме того, как правило, все графики зависимости физических величин друг от друга представляют собой плавные линии без достаточно резких перегибов.

Сразу видно, что графики 1 и 3 не удовлетворяют второму условию, а график 2 не удовлетворяет первому условию, так как экспериментальные точки должны быть удалены от графика вверх и вниз в среднем на одинаковые расстояния. Правильным следует считать график 4.

Рассмотрим следующие примеры.

### Пример 1

На рисунке 12 показаны результаты измерений зависимости силы трения от давления тела на горизонтальную поверхность в интервале от 0 до

25 кПа. Погрешность измерения силы трения 2 Н. Какова будет сила трения при давлении 30 кПа, если продолжить эксперимент?

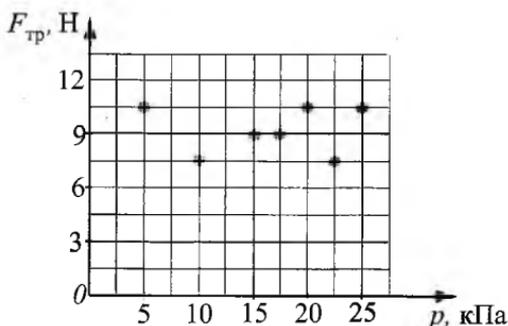


Рис. 12

Исходя из сказанного выше, график зависимости силы трения от давления будет идти горизонтально через точку 9 Н. За пределами области 0–25 кПа можно предположить такой же вид этой зависимости. Этот приём продолжения графика называется экстраполяцией. Следовательно, и при давлении 30 кПа следует ожидать, что сила трения будет равна 9 Н.

Достаточно часто экспериментальные данные приводятся в виде таблицы их значений. Приведём пример такого задания.

### Пример 2

Пятеро учеников измеряли ускорение свободного падения методом, при использовании которого отклонение от табличного значения не превышало 10% при тщательной организации работы. Какие из пяти результатов измерений можно считать достоверными?

№ измер.	1	2	3	4	5
$g$ , м/с <sup>2</sup>	8,10	8,90	10,70	9,80	11,0

Табличным значением можно считать величину  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>. Тогда отклонение от этой величины в 10% равно  $\Delta g = 0,98$  м/с<sup>2</sup>. Из таблицы видно, что в это отклонение укладываются результаты 2-го, 3-го и 4-го измерений.

## Краткие справочные данные

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига-	Г	$10^9$	санти-	с	$10^{-2}$
мега-	М	$10^6$	милли-	м	$10^{-3}$
кило-	к	$10^3$	микро-	мк	$10^{-6}$
гекто-	г	$10^2$	нано-	н	$10^{-9}$
деци-	д	$10^{-1}$	пико-	п	$10^{-12}$

### Константы

Число $\pi$	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

### Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Астрономические величины</b>	
Средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
Радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
Температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

<b>Плотность тел (кг/м<sup>3</sup>)</b>			
Вода	1000	Подсолнечное масло	900
Древесина (сосна)	400	Алюминий	2700
Керосин	800	Железо	7800
Лёд	900	Ртуть	13600

<b>Удельная теплоёмкость (Дж/(кг · град))</b>			
Вода	4200	Алюминий	900
Лёд	2100	Медь	380
Железо	460	Чугун	500
Свинец	130	Сталь	500

<b>Удельная теплота (Дж/кг)</b>	
Парообразование воды	$2,3 \cdot 10^6$
Плавление свинца	$2,5 \cdot 10^4$
Плавление льда	$3,3 \cdot 10^5$
Сгорание спирта	$29 \cdot 10^6$

<b>Нормальные условия</b>	
Давление $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,	Температура $T_0 = 273 \text{ К} = 0 \text{ °С}$

<b>Молярная масса (кг/моль)</b>			
Азот	$28 \cdot 10^{-3}$	Гелий	$4 \cdot 10^{-3}$
Аргон	$40 \cdot 10^{-3}$	Кислород	$32 \cdot 10^{-3}$
Водород	$2 \cdot 10^{-3}$	Литий	$6 \cdot 10^{-3}$
Воздух	$29 \cdot 10^{-3}$	Неон	$20 \cdot 10^{-3}$
Вода	$18 \cdot 10^{-3}$	Углекислый газ	$44 \cdot 10^{-3}$

## Глава II

# Тренировочные варианты

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7.5 см.

3	7	,	5						
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

7	4	1							
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: вправо

13	В	П	Р	А	В	О			
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$
38	94

19	3	8	9	4					
----	---	---	---	---	--	--	--	--	--

Ответ:  $(1.4 \pm 0.2)$  Н.

22	1	,	4	0	,	2			
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

**Желаем успеха!**

## Вариант № 1

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 13 показан график зависимости от времени для проекции  $v_x$  скорости тела. Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 10 с?

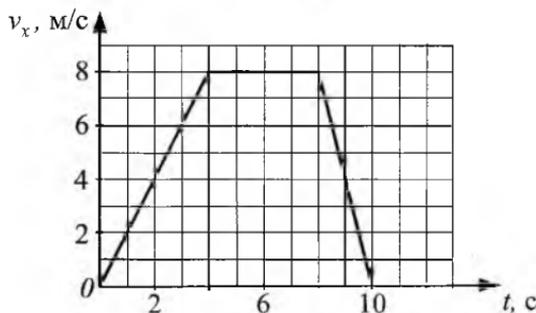


Рис. 13

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. Какое усилие необходимо приложить, чтобы тянуть чемодан массой 8 кг по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, если коэффициент трения между чемоданом и полом равен 0,25?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Санки массой 6 кг соскальзывают с горки высотой 2 м. Какова кинетическая энергия санок у основания горки, если энергия, затрачиваемая на преодоление сил трения, составляет 3 Дж?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Циклическая частота колебаний математического маятника равна  $6 \text{ с}^{-1}$ . Во сколько раз нужно уменьшить длину нити, не меняя высоту расположения маятника над Землёй, чтобы циклическая частота стала равной  $18 \text{ с}^{-1}$ ?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

5. На рисунке 14 показан график зависимости координаты тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ .

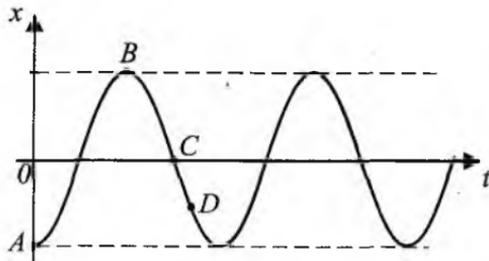


Рис. 14

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Тело совершает периодическое движение.
- 2) В точке  $B$  скорость тела максимальна.
- 3) В точке  $A$  смещение и ускорение направлены в противоположные стороны.
- 4) Полная механическая энергия тела не сохраняется.
- 5) На тело действует постоянная сила.

Ответ:

6. Математический маятник, совершающий свободные колебания, поднимают с поверхности Земли на высоту  $100 \text{ км}$  над Землёй. Как при этом меняются частота собственных колебаний маятника и максимальная скорость маятника, если запас энергии системы остаётся неизменным?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Максимальная скорость

7. Шарик массой  $m$  упруго ударяется о землю. Перед ударом скорость шарика образует угол  $\alpha$  с вертикалью и по модулю равна  $v$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

Физические величины	Формулы
А) импульс системы «шарик — земля»	1) $mv$
Б) кинетическая энергия системы «шарик — земля»	2) $2mv \cos \alpha$
	3) $\frac{mv^2}{2}$
	4) $\frac{mv^2 \cos^2 \alpha}{2}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ. Во сколько раз увеличится давление газа в сосуде, если абсолютную температуру газа увеличить в 3 раза и в сосуд добавить столько же молекул газа, сколько в нём содержалось до нагревания?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На рисунке 15 показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна?

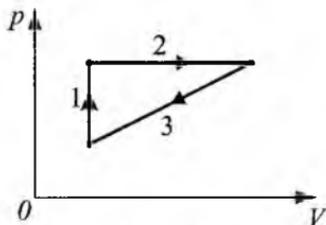


Рис. 15

Ответ: на участке \_\_\_\_\_.

10. На рисунке 16 показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 2 кг. Пер-

воначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?

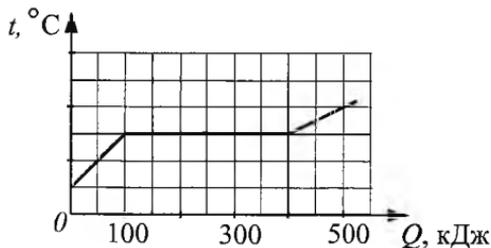


Рис. 16

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/кг.

11. Зависимость давления постоянной массы одноатомного идеального газа от объёма показана на рисунке 17.

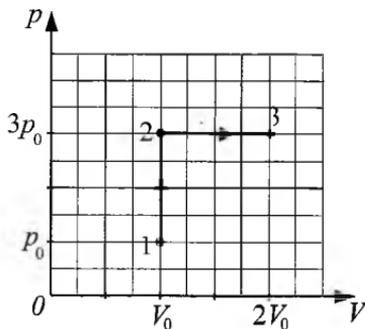


Рис. 17

Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента, и запишите их номера.

- 1) В процессе 1–2 объём газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершил положительную работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 газ отдал положительное количество теплоты.
- 5) В процессе 1–2 концентрация молекул газа не менялась.

Ответ:

12. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения. Газ

очень быстро сжимают. Как изменятся в результате этого температура газа и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Плотность газа

13. На рисунке 18 показаны точечные электрические заряды, расположенные в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$ , причём  $AB = BC$ . Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор равнодействующей силы, действующей со стороны зарядов, расположенных в точках  $B$  и  $C$ , на заряд, находящийся в точке  $A$ ? *Ответ запишите словом (словами).*

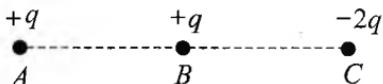


Рис. 18

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора увеличили в 2 раза, а напряжение на пластинах увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличилась ёмкость конденсатора?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

15. Магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, находящейся в магнитном поле с индукцией  $0,02$  Тл, равен  $60$  мкВб. Какова площадь рамки, если линии магнитной индукции перпендикулярны её поверхности?

Ответ: \_\_\_\_\_ см<sup>2</sup>.

16. На рисунке 19 показаны линии напряжённости электростатического поля, создаваемого равномерно заряженной по поверхности сферой.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке  $A$  меньше, чем в точке  $B$ .

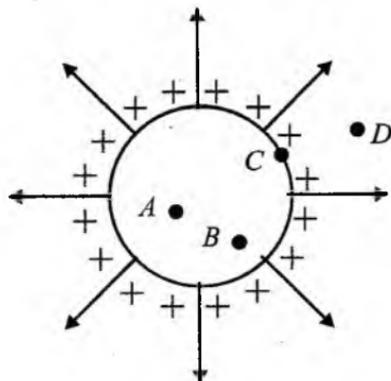


Рис. 19

- 2) Потенциал электрического поля в точке  $A$  больше, чем в точке  $C$ .
- 3) Работа сил электростатического поля по перемещению точечного электрического заряда из точки  $A$  в точку  $C$  равна нулю.
- 4) Потенциал поля в точке  $D$  меньше, чем в точке  $C$ .
- 5) Разность потенциалов между точками  $A$  и  $D$  меньше разности потенциалов между точками  $B$  и  $D$ .

Ответ:

17. Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся период вращения и центростремительное ускорение частицы, если её кинетическая энергия увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период вращения	Центростремительное ускорение

18. Электрическая цепь на рисунке 20 состоит из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением  $R$ , включённых параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

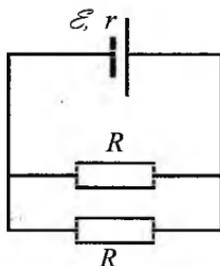


Рис. 20

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила тока в цепи	1) $\frac{2R}{R+r}$
Б) КПД источника тока	2) $\frac{R}{R+2r}$
	3) $\frac{2\varepsilon}{R+2r}$
	4) $\frac{\varepsilon}{2R+r}$

Ответ:

А	Б

19. В результате ядерной реакции  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^A\text{X}$  образуется некоторое ядро  ${}_Z^A\text{X}$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд ядра $Z$	Массовое число $A$

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Радиоактивный изотоп йода  ${}_{53}^{131}\text{I}$  имеет период полураспада 8 суток. За какое время распадётся около 87,5% образца, если в нём содержится большое количество таких изотопов?

Ответ: \_\_\_\_\_ суток.

21. На рисунке 21 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома водорода. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома водорода между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением фотона наименьшей длины волны, а какой — с испусканием фотона наибольшей длины волны? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания фотонов и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

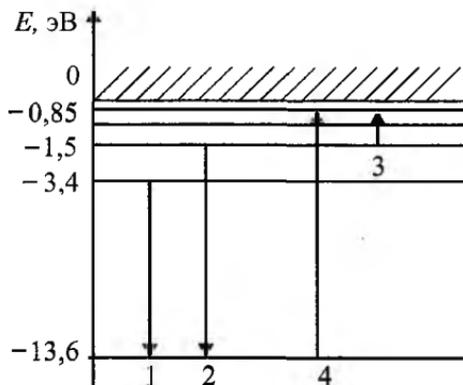


Рис. 21

Процессы поглощения и испускания фотонов	Переходы
А) поглощение фотона наименьшей длины волны	1) 1
Б) испускание фотона наибольшей длины волны	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

22. Каковы показания вольтметра, изображённого на рисунке 22? Погрешность прибора равна половине его цены деления.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**



Рис. 22

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость гидростатического давления жидкости от плотности жидкости. Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

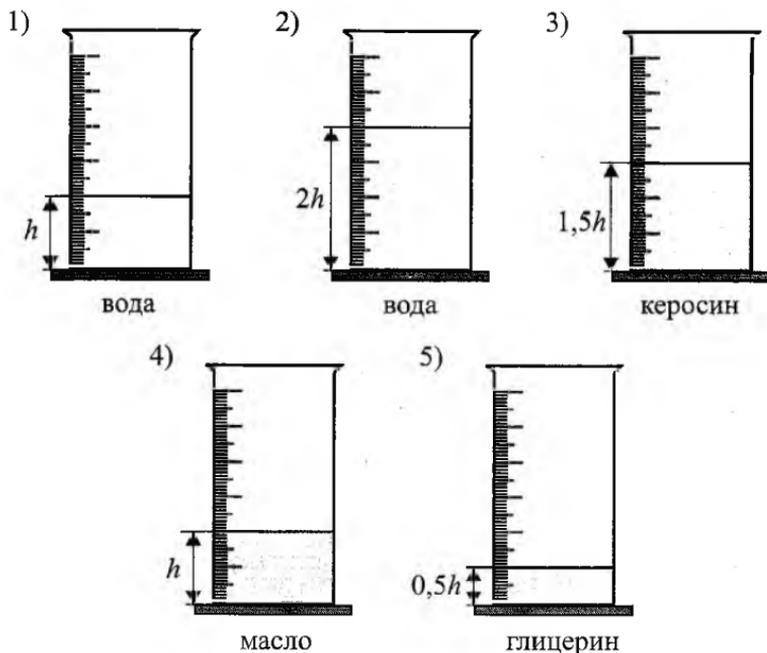


Рис. 23

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Планета	Состав атмосферы, %					Физические пара- метры у поверхности	
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	H <sub>2</sub> O	Давление, атм.	Темпера- тура, К
Земля	0,03	78	21	0,93	0,1–1,0	1	240–310
Венера	95	3–5	$2 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,01–0,1	95	740
Марс	95	2 – 3	0,1–0,4	1 – 2	$10^{-3}$ – $10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-3}$	200–270

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) На Венере существует гидросфера.
- 2) Концентрация углекислого газа в атмосфере Венеры и Марса существенно больше, чем в атмосфере Земли.
- 3) Венера располагается дальше от Солнца, чем Земля.
- 4) Наибольшее атмосферное давление на Марсе.
- 5) На Марсе свободная вода существует в виде ледников и вечной мерзлоты.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Какова температура нагревателя идеальной тепловой машины, если холодильником служит окружающая среда с температурой 27 °С, а полезная работа, совершаемая машиной, равна 18 кДж? При этом потери энергии составляют 45 кДж.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

26. Сколько аккумуляторов с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом нужно соединить последовательно, чтобы в реостате сопротивлением 6,5 Ом протекал ток 2 А?

Ответ: \_\_\_\_\_.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. Катушку 1, соединённую с источником тока, выдвигают из катушки 2, замкнутой на гальванометр, как показано на рисунке 24. Ток в катушке 1 течёт против часовой стрелки. В каком направлении протекает при этом ток через гальванометр, подключённый к катушке 2? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

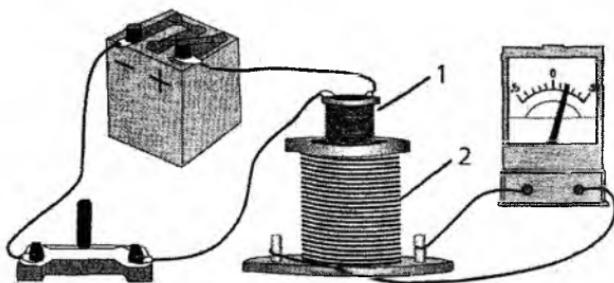


Рис. 24

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Через неподвижный блок перекинута лёгкая нерастяжимая нить, на одном конце которой находится груз. Если тянуть за другой конец нити с силой 4,2 Н, то за 2 с груз пройдёт путь 1 м. Какова масса груза?

29. В небольшой шар массой 200 г, висящий на нити длиной 79 см, падает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой 9 г. На ка-

кой максимальный угол отклонится от вертикали шар, если скорость пули 50 м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

30. Найдите КПД цикла, изображённого на рисунке 25.

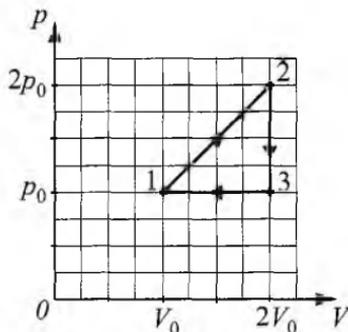


Рис. 25

31. Металлический шарик радиусом 5 см, который несёт заряд 8 нКл, соединяют проводником с незаряженным металлическим шариком радиусом 15 см. Каким станет после соединения заряд первого шарика?

32. Во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за 5 лет, если за 2 года оно уменьшилось в 6 раз? ( $\ln 2 = 0,69$ ;  $\ln 6 = 1,8$ ).

## Вариант № 2

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 26 показан график зависимости от времени для проекции  $v_x$  скорости тела. Каков модуль  $a$  ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 4 с?

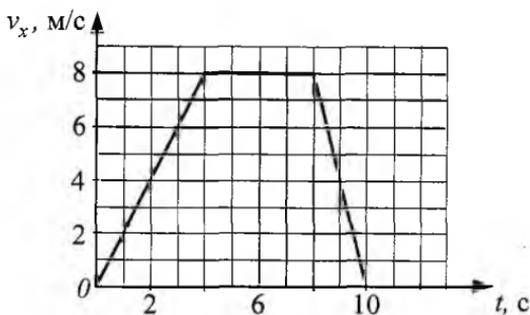


Рис. 26

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. По горизонтальной поверхности с постоянной скоростью тянут чемодан, прилагая усилие 24 Н. Каков коэффициент трения между чемоданом и полом, если масса чемодана 8 кг?

Ответ: \_\_\_\_\_.

3. Какую работу необходимо совершить, чтобы втащить санки массой 6 кг на горку высотой 2 м, если энергия, затрачиваемая на преодоление сил трения, составляет 3 Дж?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Циклическая частота колебаний пружинного маятника равна  $12 \text{ с}^{-1}$ . Во сколько раз нужно уменьшить массу груза, не меняя жёсткости пружины, чтобы частота увеличилась в 1,5 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

5. На рисунке 27 показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ .

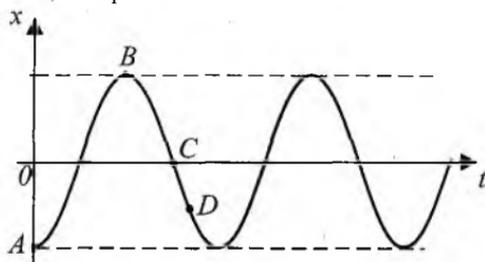


Рис. 27

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Тело совершает равноускоренное движение.
- 2) В точке  $B$  потенциальная энергия тела максимальна.
- 3) В точке  $C$  смещение и ускорение направлены в противоположные стороны.
- 4) В точке  $D$  кинетическая энергия тела равна нулю.
- 5) На тело действует периодически изменяющаяся сила.

Ответ: 

--	--

6. Математический маятник, совершающий свободные колебания, поднимают с поверхности Земли на высоту 100 км над Землёй. Как при этом меняются период собственных колебаний маятника и амплитуда колебаний, если запас энергии системы остаётся неизменным?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Шарик массой  $m$  упруго ударяется о землю. Перед ударом скорость шарика образует угол  $\alpha$  с вертикалью и по модулю равна  $v$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

Физические величины	Формулы
А) импульс, полученный землёй во время удара	1) $mv \sin \alpha$
Б) кинетическая энергии шарика после удара	2) $2mv \cos \alpha$
	3) $\frac{mv^2}{2}$
	4) $\frac{mv^2 \cos^2 \alpha}{2}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

8. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ. Во сколько раз увеличится средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа в сосуде, если абсолютную температуру газа увеличить в 3 раза и в сосуд добавить столько же молекул газа, сколько в нём содержалось до нагревания?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На рисунке 28 показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке газ получает некоторое количество теплоты из внешней среды и совершает положительную работу?

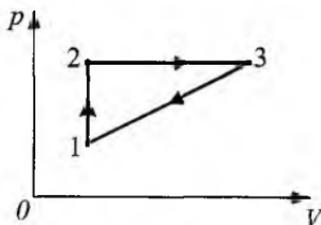


Рис. 28

Ответ: на участке \_\_\_\_\_.

10. На рисунке 29 показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Вещество находится в сосуде под поршнем. Масса вещества равна 4 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?

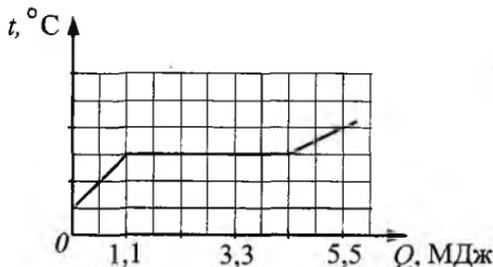


Рис. 29

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/кг.

11. Зависимость давления постоянной массы одноатомного идеального газа от объёма показана на рисунке 30.

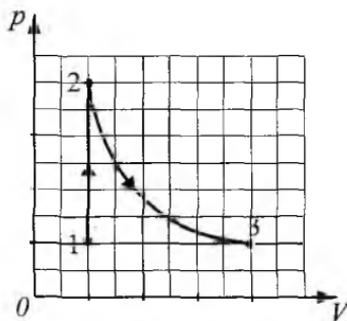


Рис. 30

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента, и запишите их номера.

- 1) В процессе 1–2 давление газа увеличилось в 4 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершил положительную работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 газ отдал положительное количество теплоты.
- 5) В процессе 1–2 концентрация молекул газа увеличилась.

Ответ:

**12.** В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения. Газ медленно сжимают. Как изменятся в результате этого температура газа и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Плотность газа

**13.** На рисунке 31 показаны точечные электрические заряды, расположенные в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$ , причём  $AB = BC$ . Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор равнодействующей силы, действующей со стороны зарядов, расположенных в точках  $A$  и  $C$ , на заряд, находящийся в точке  $B$ ? *Ответ запишите словом (словами).*

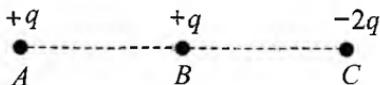


Рис. 31

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора уменьшили в 3 раза, а заряд, находящийся на пластинах, увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличилась ёмкость конденсатора?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (-а).

15. За 2 с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от 30 мВб до 14 мВб. Какая ЭДС генерируется в рамке?

Ответ: \_\_\_\_\_ мВ.

16. На рисунке 32 показаны линии напряжённости электростатического поля, создаваемого двумя бесконечными равномерно заряженными по поверхности плоскостями.

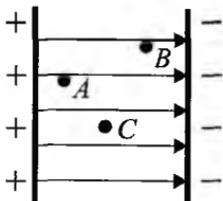


Рис. 32

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке *A* меньше, чем в точке *B*.
- 2) Напряжённость электрического поля в точке *A* больше, чем в точке *C*.
- 3) Работа сил электростатического поля по перемещению точечного электрического заряда из точки *A* в точку *C* равна нулю.
- 4) Разность потенциалов между точками *A* и *B* больше разности потенциалов между точками *C* и *B*.
- 5) Поле сосредоточено только в зазоре между плоскостями.

Ответ:

17. Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся радиус орбиты и сила Лоренца, действующая на частицу, если её кинетическая энергия уменьшится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Сила Лоренца

18. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением  $R$ , включённых параллельно (см. рис. 33). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

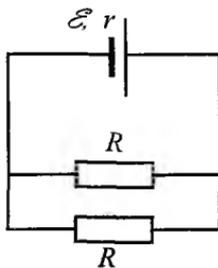


Рис. 33

Физические величины	Формулы
А) падение напряжения во внешней цепи	1) $\frac{2\mathcal{E}R}{R+r}$
Б) мощность, выделяющаяся во внешней цепи	2) $\frac{\mathcal{E}R}{R+2r}$
	3) $\frac{2\mathcal{E}^2R}{(R+2r)^2}$
	4) $\frac{\mathcal{E}^2}{2R+r}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. В результате ядерной реакции  ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^A_Z\text{X}$  образуется некоторое ядро  ${}^A_Z\text{X}$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд $Z$	Массовое число $A$

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Радиоактивный изотоп калия  ${}^{42}_{19}\text{K}$  имеет период полураспада 12,5 ч. За какое время распадётся около 75 % образца, если в нём содержится большое количество таких изотопов?

Ответ: \_\_\_\_\_ ч.

21. На рисунке 34 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома водорода. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома водорода между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением фотона наибольшей энергии, а какой — с испусканием фотона наименьшей энергии? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания фотонов и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

Процессы поглощения и испускания фотонов	Переходы
А) поглощение фотона наибольшей энергии	1) 1
Б) испускание фотона наименьшей энергии	2) 2
	3) 3
	4) 4

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

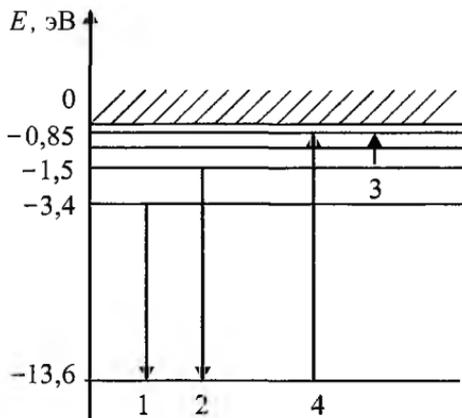


Рис. 34

22. Какова ЭДС батарейки в опыте, показанном на рисунке 35? Погрешность прибора равна половине его цены деления.

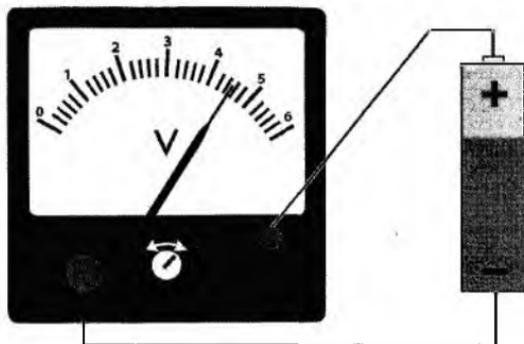


Рис. 35

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость гидростатического давления жидкости от высоты столба жидкости. Какие **две** установки (см. рис. 36) следует использовать для проведения такого исследования?

Ответ: \_\_\_\_\_.

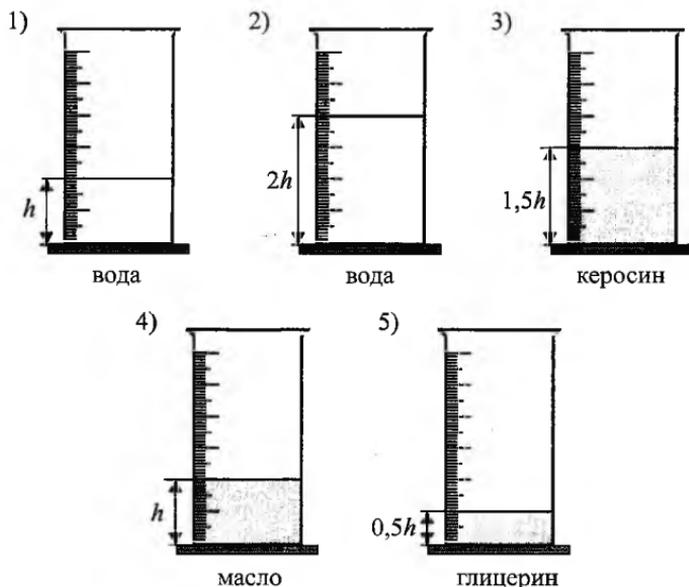


Рис. 36

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Планета	Состав атмосферы, %					Физические пара- метры у поверхности	
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	H <sub>2</sub> O	Давление, атм.	Темпера- тура, К
Земля	0,03	78	21	0,93	0,1–1,0	1	240–310
Венера	95	3–5	$2 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,01–0,1	95	740
Марс	95	2–3	0,1–0,4	1–2	$10^{-3}$ – $10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-3}$	200–270

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) На Венере нет свободной воды.
- 2) Наибольшее количество кислорода содержится в атмосфере Марса.
- 3) Венера располагается ближе к Солнцу, чем Марс.
- 4) Наибольшее атмосферное давление на Венере.
- 5) Максимальная температура на Марсе составляет 3 °С.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Температура нагревателя идеальной тепловой машины составляет  $110^\circ\text{C}$ , холодильником служит окружающая среда с температурой  $20^\circ\text{C}$ . Какую полезную работу совершает машина, если она потребляет  $76,6$  кДж энергии?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

26. Батарейка с ЭДС  $12$  В и внутренним сопротивлением  $1$  Ом замкнута на резистор сопротивлением  $5$  Ом. Какая мощность выделяется во внешней цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Катушку 1, соединённую с источником тока, вдвигают в катушку 2, замкнутую на гальванометр, как показано на рисунке 37.

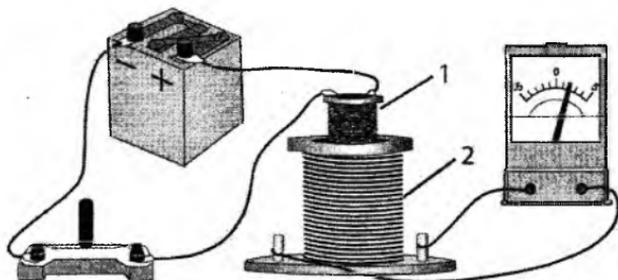


Рис. 37

Ток в катушке 1 течёт против часовой стрелки. В каком направлении протекает при этом ток через гальванометр, подключённый к катушке 2?

Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Через неподвижный блок перекинута лёгкая нерастяжимая нить, на одном конце которой находится груз массой 500 г. Если тянуть за другой конец нити с силой 5 Н, то за 2 с груз пройдёт путь 1 м. Каково значение ускорения свободного падения по результатам данного опыта?

29. В небольшой шар массой 203 г, висящий на нити длиной 60 см, падает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой 9 г. Какова должна быть скорость пули, чтобы шар повернулся на  $120^\circ$  относительно своего первоначального положения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

30. Найдите КПД цикла, изображённого на рисунке 38.

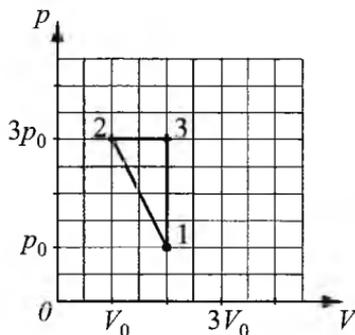


Рис. 38

31. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, если при силе тока 2 А мощность, развиваемая во внешней цепи, равна 6 Вт, а при силе тока 1 А — 4 Вт.

32. На экран с круглым отверстием радиусом 4 см вставлена собирающая линза с фокусным расстоянием 15 см. При этом крайние лучи, падающие на линзу, собираются в точке, отстоящей от экрана на 2,5 см. Какой угол эти лучи будут образовывать с осью симметрии системы, если линзу убрать?

## Вариант № 3

## Часть I

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 39 показан график зависимости от времени для проекции  $v_x$  скорости тела. Какова проекция перемещения тела за первые 6 с?

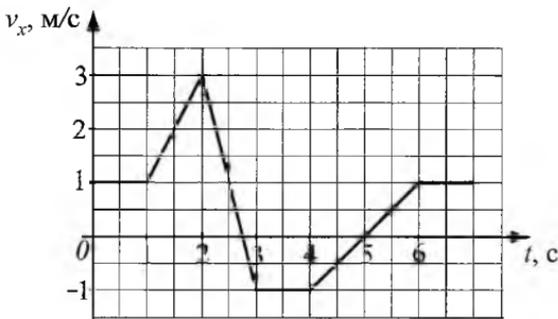


Рис. 39

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Какую по модулю силу  $\vec{F}_4$  нужно дополнительно приложить к телу (см. рис. 40), чтобы оно двигалось с неизменной скоростью?

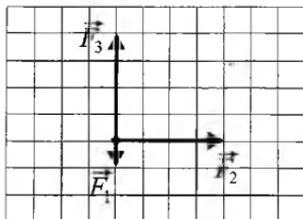


Рис. 40

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Какой станет кинетическая энергия лодки массой 200 кг, плывущей со скоростью 0,5 м/с, если с её кормы спрыгнет мальчик массой 40 кг со скоростью 2 м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Какую силу  $\vec{F}_2$  нужно приложить к точке  $B$  рычага, для того чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис. 41)? Сила  $\vec{F}_1 = 5$  Н,  $AB : AO = 3 : 1$ .

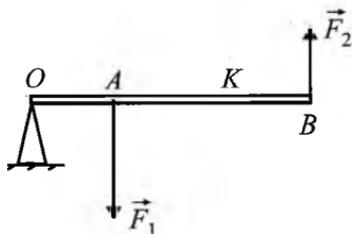


Рис. 41

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. На рисунке 42 показан график зависимости координаты модуля силы, действующей на тело, от времени  $t$ .

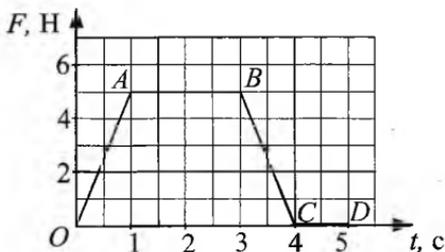


Рис. 42

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке  $BC$  тело движется с уменьшающимся по модулю ускорением.
- 2) На участке  $CD$  скорость тела растёт.
- 3) Импульс силы в момент времени 3 с равен  $12,5$  Н · с.
- 4) На участке  $OA$  ускорение тела равно  $2,5$  м/с<sup>2</sup>.
- 5) На участке  $AB$  тело совершает периодическое движение.

Ответ:

6. Небольшое тело соскальзывает с вершины полусферы. Как при движении по поверхности полусферы меняются вес тела и его скорость? Трением пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Вес	Скорость

7. Тело массой  $m$  движется по горизонтальной поверхности под действием силы  $F$ , образующей угол  $\alpha$  с горизонтом (см. рис. 43). Коэффициент трения между телом и поверхностью равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

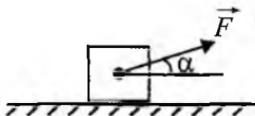


Рис. 43

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) равнодействующая сила	1) $mg - F \sin \alpha$ 2) $mg + F \cos \alpha$
Б) вес тела	3) $F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$ 4) $F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \mu g$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ при температуре  $127^\circ\text{C}$ . Во сколько раз увеличится давление газа в сосуде, если вследствие нагревания его температура станет равной  $227^\circ\text{C}$ ?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На рисунке 44 показан процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. Во сколько раз работа, совершённая на участке 1 – 2, больше работы, совершённой на участке 2 – 3?

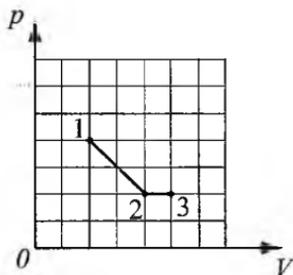


Рис. 44

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

10. На рисунке 45 показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 3 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Во сколько раз теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом?

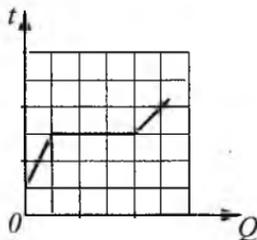


Рис. 45

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

11. Зависимость давления постоянной массы одноатомного идеального газа от объёма показана на рисунке 46.

Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента.

- 1) В процессе 1–2 объём газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа увеличилась в 1,5 раза.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 газ совершил работу 0,3 МДж.
- 5) В процессе 1–2 температура газа не менялась.

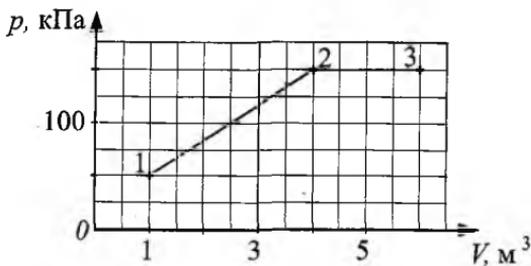


Рис. 46

Ответ:

12. Температуру нагревателя идеальной тепловой машины увеличили при неизменной температуре холодильника. Как изменятся в результате этого КПД машины и полезная работа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД	Полезная работа

13. На рисунке 47 показан проводник с током. Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор магнитной индукции в точке *A*? Ответ запишите словом (словами).

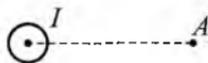


Рис. 47

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Чему равно сопротивление спирали лампочки накаливания в рабочем режиме, если её мощность составляет 40 Вт? Лампа работает при напряжении 220 В.

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 3 мкФ, катушки индуктивности и ключа. В начальный момент времени на пласти-

ны конденсатора помещают заряд 6 мкКл и ключ замыкают. Какова будет энергия магнитного поля в катушке через  $1/8$  долю периода колебаний, происходящих в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

16. На рисунке 48 показаны графики зависимости силы тока от напряжения для трёх проводников.

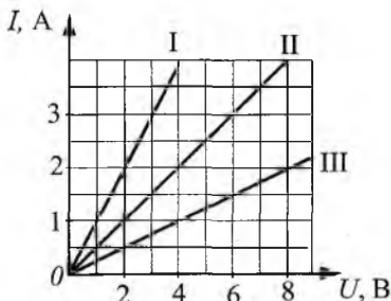


Рис. 48

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) Сопротивление второго проводника в 3 раза больше сопротивления первого проводника.
- 2) При напряжении 4 В сила тока в третьем проводнике равна 1 А.
- 3) Если первый и третий проводники соединить последовательно, то их общее сопротивление будет равно 7 Ом.
- 4) Мощность тока во втором проводнике при силе тока 1 А составляет 2 Вт.
- 5) Количество теплоты, выделяющееся в третьем проводнике за 1 мин, при напряжении 2 В равно 240 Дж.

Ответ:

17. На рисунке 49 показан ход луча в стеклянной призме с показателем преломления 1,5. Как изменятся угол преломления  $\beta_1$  и угол падения  $\alpha_2$ , если стеклянную призму заменить такой же по размерам, но изготовленной из алмаза с показателем преломления 2,42? Угол падения луча  $\alpha_1$  остаётся неизменным.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

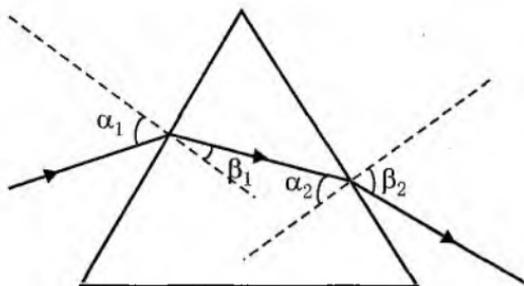


Рис. 49

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления $\beta_1$	Угол падения $\alpha_2$

18. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  и внешней цепи сопротивлением  $R$  (см. рис. 50). Установите соответствие между физическими величинами и графиками, выражающими их в рассматриваемой задаче.

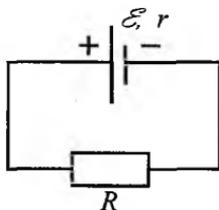
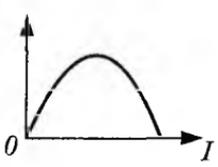
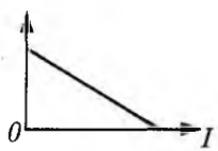


Рис. 50

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) КПД источника</li> <li>2) напряжение на зажимах источника</li> <li>3) полезная мощность</li> <li>4) полная мощность</li> </ol>

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. В результате ядерной реакции  ${}_{27}^{59}\text{Co} + {}_0^1n \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^AX$  образуется некоторое ядро  ${}_Z^AX$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд $Z$	Массовое число $A$

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Фотоны с энергией 7 эВ выбивают электроны из металлической пластинки с работой выхода 2 эВ. Какова при этом начальная максимальная кинетическая энергия вылетевших электронов?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. На рисунке 51 изображена схема цепной ядерной экзоэнергетической реакции. Как в процессе реакции изменяются количество свободных нейтронов и удельная энергия связи нуклонов в ядрах продуктов реакции по сравнению с энергией связи нуклонов в исходном ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество нейтронов	Удельная энергия связи нуклонов

22. Каково атмосферное давление (см. рис. 52)? Погрешность прибора равна половине его цены деления.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) кПа.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

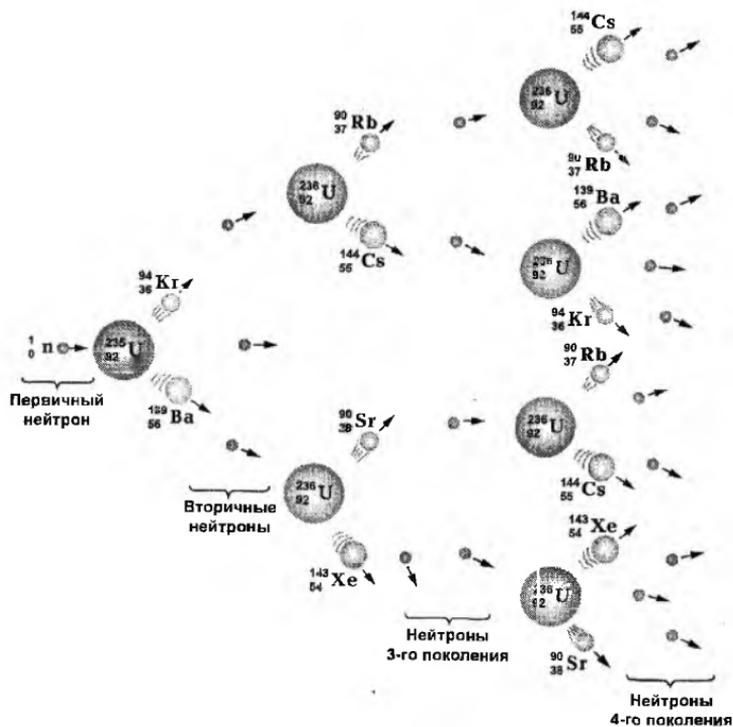


Рис. 51



Рис. 52

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость магнитной индукции поля проводника с током от силы тока (см. рис. 53). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

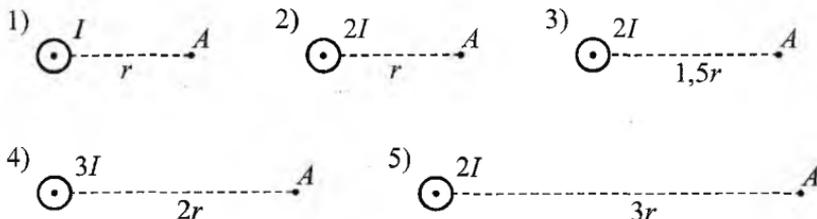


Рис. 53

Ответ:

24. Из приведённых утверждений выберите **все** верные, соответствующие законам движения планет. Укажите их номера.

- 1) Планеты движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам.
- 2) Отношение площадей, описываемых радиусами-векторами планет, равно отношению квадратов соответствующих времён.
- 3) Быстрее всего планета движется в перигелии.
- 4) Скорость планеты тем больше, чем она дальше от Солнца.
- 5) Квадрат большой полуоси орбиты тела, делённый на куб периода его обращения и на сумму масс тел, есть величина постоянная.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Какое количество водяного пара нужно конденсировать, чтобы растопить 115 г льда?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26. Предмет располагается на расстоянии 60 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см. Каково линейное увеличение предмета?

Ответ: \_\_\_\_\_.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. На рисунке 54 приведена схема цепи переменного тока. Напряжение генератора переменного тока изменяется по синусоидальному закону. Изобразите график зависимости силы тока, протекающего через резистор  $R_2$ , от времени. Укажите, какие явления и закономерности вы использовали для изображения графика.

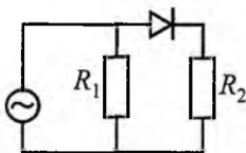


Рис. 54

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Под каким углом по отношению к скорости течения реки должна быть направлена собственная скорость лодки, чтобы её скорость относительно берега была перпендикулярна берегу? Собственная скорость лодки 1,2 м/с, скорость течения реки 0,6 м/с.

29. Два тела массами  $m_1 = 2,5$  кг и  $m_2 = 3$  кг связаны лёгкой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис. 55). Наклонные плоскости образуют с горизонтом углы  $\alpha = 60^\circ$  и  $\beta = 30^\circ$ . С каким ускорением движутся бруски? Коэффициент трения между брусками и плоскостью равен 0,25.

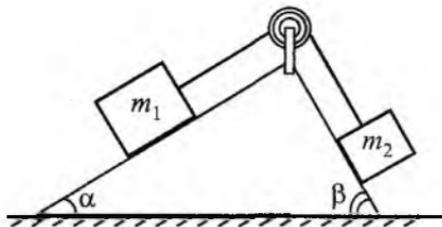


Рис. 55

30. Найдите КПД цикла Карно, у которого такие же температура нагревателя и холодильника, как и максимальная и минимальная температуры цикла, изображённого на рисунке 56.

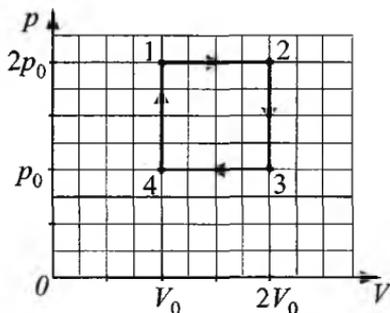


Рис. 56

31. Если полюсы источника постоянного тока замкнуть накоротко, то сила тока в цепи равна 6 А. При подключении к этому источнику электрической лампы сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 2,4 А. Какая мощность выделится на резисторе сопротивлением 4 Ом, если его подключить к тому же источнику тока?

32. Какова длина волны фотона, который должен поглотить атом водорода для перехода из основного состояния в возбуждённое с минимальной энергией?

## Вариант № 4

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 57 показан график зависимости от времени для модуля  $v$  скорости тела. Какой путь прошло тело за 10 с?

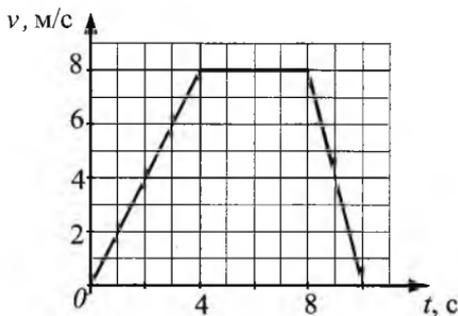


Рис. 57

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Санки съезжают с горки, поверхность которой образует угол  $60^\circ$  с горизонтом, и продолжают двигаться по горизонтальному участку. Во сколько раз увеличится сила давления санок на опору на горизонтальном участке по сравнению с горкой?



Рис. 58

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

3. Какова будет скорость лодки массой 200 кг, плывущей со скоростью 0.5 м/с, если с её носа спрыгнет мальчик массой 50 кг со скоростью 2 м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Рычаг находится в равновесии, если отношение сил, приложенных к его концам, составляет  $F_2 : F_1 = 2 : 3$ . Каково при этом отношение длин частей рычага  $AB : AO$ ?

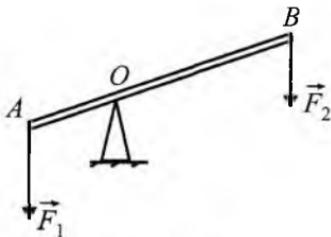


Рис. 59

Ответ: \_\_\_\_\_.

5. На рисунке 60 показан график зависимости координаты модуля силы, действующей на тело, от времени  $t$ .

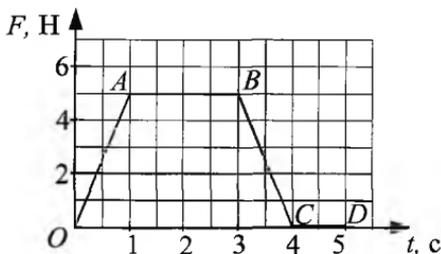


Рис. 60

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке  $OA$  тело движется равноускоренно.
- 2) На участке  $CD$  скорость тела постоянна.
- 3) Изменение импульса тела за первые 4 с равно  $15 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .
- 4) На участке  $BC$  ускорение тела равно  $5 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Сила меняется со временем по гармоническому закону.

Ответ:

6. Небольшое тело соскальзывает с вершины полусферы. Как при движении по поверхности полусферы меняются сила нормальной реакции опоры, действующей на тело, и его центростремительное ускорение? Трением пренебречь.

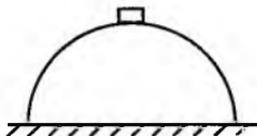


Рис. 61

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила нормальной реакции опоры	Центростремительное ускорение

7. Тело массой  $m$  равномерно движется по горизонтальной поверхности под действием силы  $F$ , образующей угол  $\alpha$  с горизонтом (см. рис. 62). Коэффициент трения между телом и поверхностью равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

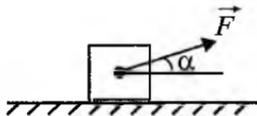


Рис. 62

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила трения, действующая на тело	1) $F \sin \alpha$
Б) сила нормальной реакции опоры	2) $F \cos \alpha$
	3) $mg - F \sin \alpha$
	4) $mg + F \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под легко подвижным поршнем находится газ при температуре  $127^\circ\text{C}$ . Какой станет температура газа, если при нагревании его объём увеличится в 1,4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

9. Каков КПД тепловой машины, если она отдаёт холодильнику 150% тепла, превращающегося в полезную работу?

Ответ: \_\_\_\_\_.

10. На рисунке 63 показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Вещество находится в сосуде под поршнем. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Во сколько раз температура кипения больше первоначальной температуры вещества?

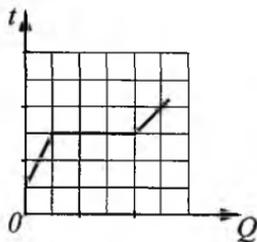


Рис. 63

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

11. Зависимость давления постоянной массы одноатомного идеального газа от объёма показана на рисунке 64.

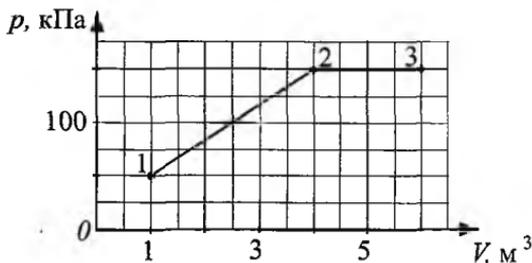


Рис. 64

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента.

1) В процессе 1–2 давление газа увеличилось в 4 раза.

- 2) В процессе 2–3 газ совершил работу 3 МДж.  
 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа увеличивалась.  
 4) В процессе 1–2 газ получил положительное количество теплоты.  
 5) В процессе 1–2 плотность газа увеличилась.

Ответ:

**12.** Температуру холодильника идеальной тепловой машины увеличили при неизменной температуре нагревателя. Как изменятся в результате этого КПД машины и полезная работа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД	Полезная работа

**13.** На рисунке 65 показан проводник с током. Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор магнитной индукции в точке А? *Ответ запишите словом (словами).*



Рис. 65

Ответ: \_\_\_\_\_.

**14.** Какова мощность лампы накаливания, если сопротивление её спирали равно 18 Ом? Лампа работает при напряжении 24 В.

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**15.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 9 мкФ, катушки индуктивностью 62,5 Гн и ключа. В начальный момент времени на пластины конденсатора помещают заряд 6 мкКл и ключ замыкают. Каково будет максимальное значение силы тока, возникшего в катушке?

Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

**16.** На рисунке 66 показаны графики зависимости силы тока от напряжения для трёх проводников.

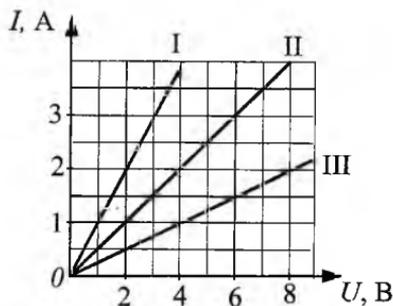


Рис. 66

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) Сопротивление третьего проводника в 4 раза больше сопротивления первого проводника.
- 2) При напряжении 4 В сила тока во втором проводнике равна 3 А.
- 3) Если второй и третий проводники соединить последовательно, то их общее сопротивление будет равно 10 Ом.
- 4) Мощность тока в первом проводнике при силе тока 1 А составляет 1 Вт.
- 5) Количество теплоты, выделяющееся в третьем проводнике за 1 мин, при напряжении 4 В равно 280 Дж.

Ответ:

17. На рисунке показан ход луча в стеклянной призме (см. рис. 67). Как изменятся угол преломления  $\beta_1$  и угол падения  $\alpha_2$ , если уменьшить угол падения луча  $\alpha_1$ ?

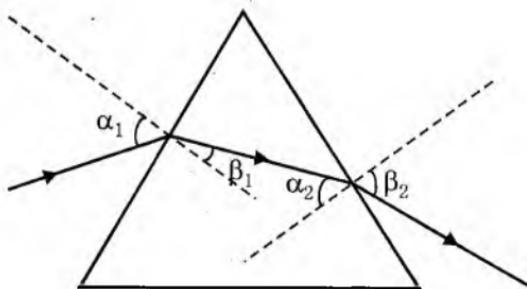


Рис. 67

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления $\beta_1$	Угол падения $\alpha_2$

18. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и внешней цепи сопротивлением  $R$  (см. рис. 68). Установите соответствие между физическими величинами и графиками, выражающими их в рассматриваемой задаче.

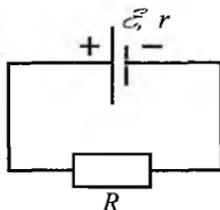
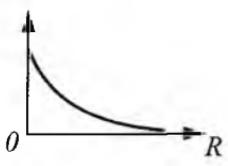
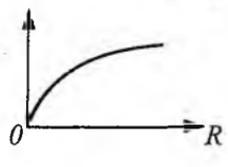


Рис. 68

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) сила тока</li> <li>2) напряжение на зажимах источника</li> <li>3) полезная мощность</li> <li>4) количество теплоты, выделяющееся во внешней цепи</li> </ol>

Ответ:

А	Б

19. В результате ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^A_Z\text{X}$  образуется некоторое ядро  ${}^A_Z\text{X}$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд $Z$	Массовое число $A$

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Фотоны с энергией 7 эВ выбивают электроны из катода с работой выхода 2 эВ. Какова при этом запирающая разность потенциалов между анодом и катодом?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

21. Установите соответствие между ядрами  ${}_{34}\text{Se}$ ,  ${}_{35}\text{Br}$  и их характеристиками, перечисленными в таблице.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ядра	Характеристики
А) ${}_{34}\text{Se}$ Б) ${}_{35}\text{Br}$	1) массовое число составляет 68, число протонов и нейтронов одинаково 2) массовое число составляет 66, число протонов в два раза больше числа нейтронов 3) массовое число составляет 80, число протонов на 10 меньше числа нейтронов 4) массовое число составляет 70, число протонов на 8 меньше числа нейтронов

Ответ: 

А	Б

22. Какова температура воздуха на улице (см. рис. 69)? Погрешность прибора равна половине его цены деления.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °С.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**



Рис. 69

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость гидростатического давления жидкости от высоты столба жидкости (см. рис. 70). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

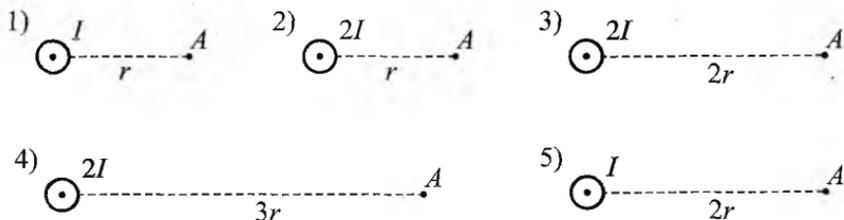


Рис. 70

Ответ:

24. Из приведённых утверждений выберите **все** верные, соответствующие законам движения планет. Укажите их номера.

- 1) Планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам.
- 2) Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает одинаковые площади.

- 3) Быстрее всего планета движется в афелии.  
4) Скорость планеты тем больше, чем она ближе к Солнцу.  
5) Квадрат большой полуоси орбиты тела, делённый на куб периода его обращения и на сумму масс тел, есть величина постоянная.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Воздух с относительной влажностью 57 %, находящийся в сосуде, изотермически сжимают так, что его объём уменьшается в 2 раза. Какой при этом станет влажность сжатого воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

26. Катод фотоэлемента облучается светом с частотой  $10^{15}$  Гц. Какая энергия передана фотоэлектронам, если в цепи фотоэлемента протёк заряд 2 пКл? Ответ выразите в пикоджоулях и округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ пДж.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. На рисунке 71 приведена схема цепи переменного тока. Напряжение генератора переменного тока изменяется по синусоидальному закону. Изобразите график зависимости сопротивления внешней цепи от времени. Укажите, какие явления и закономерности вы использовали для изображения графика.

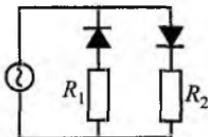


Рис. 71

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Плот состоит из 10 сосновых брёвен объёмом  $0,35 \text{ м}^3$ . Автомобиль какой максимальной массы сможет перевезти плот?
29. Работа по подъёму грунта при рытьё колодца составляет  $1,75 \text{ МДж}$ . Какова глубина колодца, если диаметр сечения колодца составляет  $1 \text{ м}$ , а плотность грунта равна  $2 \text{ т/м}^3$ ? Считать, что выбираемый грунт распределяется тонким слоем по поверхности земли.
30. В цилиндрическом сосуде под поршнем массой  $10 \text{ кг}$  находится идеальный газ. Начальная термодинамическая температура газа равна  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . После того как на поршень сверху поставили гирию и система пришла в равновесие, температура газа повысилась в 4 раза, а объём, занимаемый газом, уменьшился в 1,25 раза. Какова масса гири? Трение поршня о стенки цилиндра и атмосферное давление не учитывать.
31. Пространство между горизонтальными обкладками плоского конденсатора наполовину заполнено трансформаторным маслом с диэлектрической проницаемостью 2,5. Определите, какую долю пространства должен занимать жидкий диэлектрик конденсатора такой же ёмкости и размеров, обкладки которого располагаются вертикально.
32. Каким импульсом будет обладать электрон, движущийся со скоростью  $0,85 \text{ с}$ ?

## Вариант № 5

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Скорость автомобиля при разгоне по прямолинейной дороге изменяется от 36 км/ч до 20 м/с за 20 с. Чему равно ускорение движения автомобиля?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см. На сколько сантиметров удлинится пружина под действием силы 3 Н?

Ответ: на \_\_\_\_\_ см.

3. На рисунке 72 дан график зависимости изменения со временем силы, действующей на тело массой 0,5 кг. За промежуток времени от  $t_1 = 1$  с до  $t_2 = 2$  с модуль изменения импульса равен...

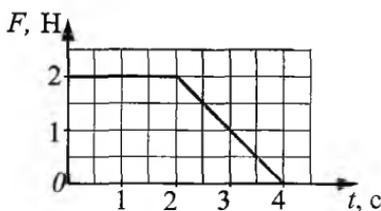


Рис. 72

Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

4. Однородная балка массой 8 кг уравновешена на трёхгранной призме (см. рис. 73). Если четвёртую часть балки отрезать, то для сохранения равновесия балки к отрезанному концу следует приложить вертикальную силу, равную...

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

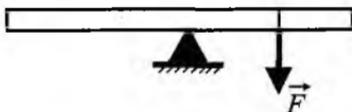


Рис. 73

5. На рисунке 74 представлены графики зависимости скорости от времени трёх тел.

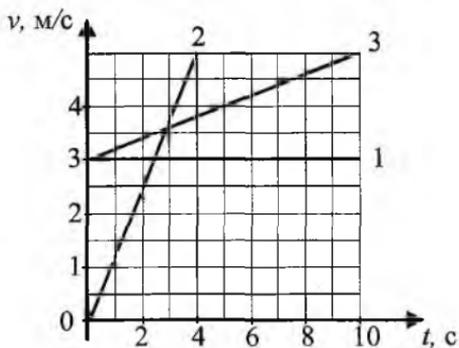


Рис. 74

На основании этого графика из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Наибольшим ускорением обладает тело № 2.
- 2) В начальный момент времени скорость тела № 1 меньше скорости тела № 2.
- 3) Тело № 1 движется равномерно.
- 4) Наибольшее расстояние за первые 2 с прошло тело № 2.
- 5) Ускорение тела № 3 равно  $0,5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

6. К работающей циркулярной пиле прижали доску. При этом высота звука пилы понизилась, а громкость не изменилась. Как при этом изменились следующие физические величины: частота звука, амплитуда колебаний частиц в волне?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота звука	Амплитуда колебаний частиц в волне

7. Шайба массой  $m$  съезжает без трения с горки высотой  $h$  из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно  $g$ . Чему равны модуль импульса шайбы и её кинетическая энергия у подножия горки? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) модуль импульса шайбы	1) $\sqrt{2gh}$
Б) кинетическая энергия шайбы	2) $m\sqrt{2gh}$
	3) $mgh$
	4) $mg$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. Если баллон, содержащий 5 л кислорода при давлении 100 кПа, соединить с пустым баллоном вместимостью 15 л, то в процессе изотермического расширения газа в сосудах установится давление, равное...

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9. При изобарном расширении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Парциальное давление водяного пара в 1,25 раза меньше, чем давление насыщенного пара при той же температуре. Чему равна влажность воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 75 показан замкнутый цикл, произведённый с данной массой идеального газа.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

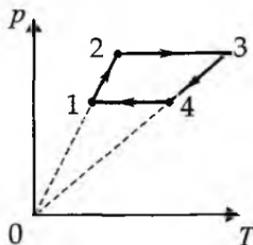


Рис. 75

- 1) На участке 2—3 работа газа положительна.
- 2) На участке 4—1 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 1—2 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 4) На участке 3—4 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 5) На участке 4—3 работа газа больше, чем на участке 3—4.

Ответ:

12. На рисунке 76 показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа ( $U$  — внутренняя энергия газа;  $V$  — занимаемый им объём). Как изменяются в ходе этого процесса давление и абсолютная температура газа?

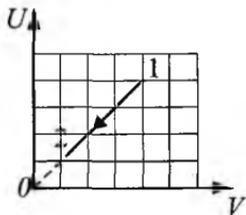


Рис. 76

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Температура газа

13. Электрон  $e$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ , перпендикулярную вектору индукции  $\vec{B}$  маг-

нитного поля (см. рис. 77), точка указывает направление движения электрона). Куда направлена (от наблюдателя, к наблюдателю, вправо, влево, вверх, вниз) действующая на него сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

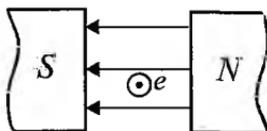


Рис. 77

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. В однородном электрическом поле модуль разности потенциалов между двумя точками, расположенными на одной линии напряжённости на расстоянии  $L$  друг от друга, равен 10 В. Модуль разности потенциалов между точками, расположенными на одной линии напряжённости на расстоянии  $2L$  друг от друга, равен...

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Какой максимальный магнитный поток можно создать через контур, площадь поперечного сечения которого равна  $0,6 \text{ дм}^2$ , если индукция однородного магнитного поля равна 50 мТл?

Ответ: \_\_\_\_\_ мВб.

16. На рисунке 78 показан график изменения напряжения на конденсаторе при свободных колебаниях в колебательном контуре. Индуктивность контура равна 4 мГн.

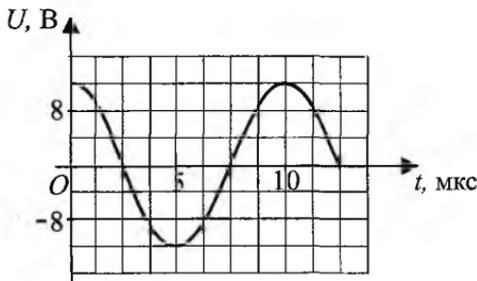


Рис. 78

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Максимальный заряд конденсатора меньше 9 нКл.
- 2) Напряжение на конденсаторе изменяется по закону  $U = 12 \cos 2 \cdot 10^5 t$ .
- 3) Амплитудное значение напряжения на конденсаторе больше 10 В.
- 4) Ёмкость конденсатора контура меньше 500 пФ.
- 5) Частота изменения напряжения равна 10 мкс.

Ответ:

17. На столе стоит сосуд с зеркальным дном и матовыми стенками (см. рис. 79). На дно пустого сосуда падает луч света I. На стенке CD сосуда при этом можно наблюдать «зайчик» — блик отражённого луча. В сосуд наливают некоторое количество воды. Как при этом изменяются следующие физические величины: угол падения луча на стенку CD, угол отражения луча от зеркала? Отражением луча от поверхности жидкости пренебречь.

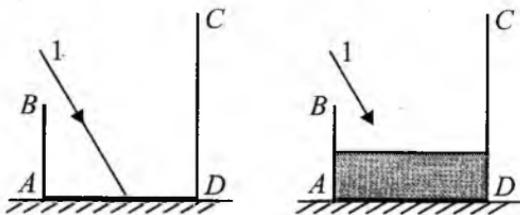


Рис. 79

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол падения луча на стенку CD	Угол отражения луча от зеркала

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) энергия магнитного поля	1) $LI$
Б) ЭДС индукции в движущихся проводниках	2) $\frac{LI^2}{2}$
	3) $\frac{CU^2}{2}$
	4) $vBl \sin \alpha$

Ответ: 

А	Б

19. Сколько нейтронов содержится в ядре, образовавшемся в результате радиоактивного  $\beta$ -распада свинца  $^{209}_{82}\text{Pb}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ нейтронов.

20. Период полураспада изотопа натрия равен 2,6 года. Если изначально было 200 г этого изотопа, то примерно на сколько граммов уменьшится его масса за 1,3 года? Ответ округлите до целых.

Ответ: на \_\_\_\_\_ г.

21. На рисунке 80 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей длины волны и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

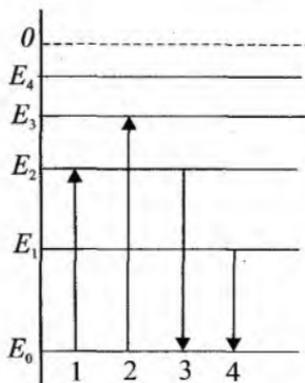


Рис. 80

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Процесс	Энергетический переход
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) 1 2) 2
Б) излучение света наибольшей длины волны	3) 3 4) 4

Ответ: 

А	Б

22. При помощи вольтметра измеряется напряжение в некоторой электрической цепи. Вольтметр изображён на рисунке 81. Чему равно напряжение в цепи, если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра? Ответ приведите в вольтах.

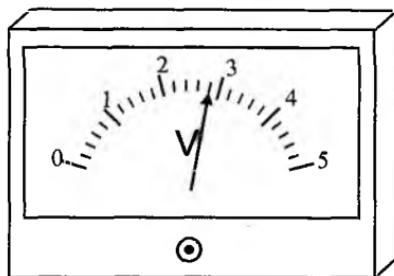


Рис. 81

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ёмкости плоского конденсатора от свойств диэлектрика, помещённого между его пластинами. На всех представленных рисунках (см. рис. 82)  $S$  — площадь пластины конденсатора,  $d$  — расстояние между пластинами. Какие **две** установки следует использовать для проведения такого исследования?

Ответ: 

--	--



Рис. 82

24. Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Тёмные пятна на Солнце остаются неподвижными относительно видимого диска.
- 2) Тёмные пятна на Солнце перемещаются по видимому диску.
- 3) Тёмные пятна являются непостоянными образованиями.
- 4) Тёмные пятна являются постоянными образованиями.
- 5) Тёмные пятна появляются в солнечной короне.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Когда объём, занимаемый газом, уменьшили на 10%, а температуру увеличили на 16 К, его давление возросло на 20%. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

26. Между пластинами плоского конденсатора на расстоянии 8 мм от нижней пластины находится в равновесии заряженная пылинка. Разность потенциалов между пластинами равна 300 В. Через сколько времени пылинка упадёт на нижнюю пластину, если разность потенциалов уменьшится на 60 В?

Ответ: \_\_\_\_\_ мс.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Два бруска массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 3$  кг лежат на столе, соприкасаясь друг с другом (см. рис. 83). На бруски действует сила  $F = 20$  Н. Под действием силы бруски движутся с ускорением. Коэффициент трения о стол  $\mu = 0,2$ . Найти равнодействующую сил, действующих на брусок  $m_1$ .

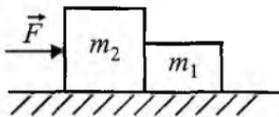


Рис. 83

29. Человек массой 70 кг, стоящий на гладкой поверхности льда, бросает камень массой 7 кг в горизонтальном направлении из точки, находящейся на высоте 1,8 м. Камень падает на лёд на расстоянии 3 м от места бросания. Определите работу, которую совершил человек, бросая камень.

30. В длинной стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находится столбик воздуха, запёртый столбиком ртути длиной 400 мм. Трубка располагается вертикально открытым концом вверх, а затем её переворачивают на  $180^\circ$ ; длина столбика воздуха при этом увеличивается в три раза. Ртуть из трубки не выливается. Чему равно атмосферное давление? Температура газа постоянна.

31. Электрон движется в магнитном поле, индукция которого имеет величину 2 мТл, по винтовой линии радиусом 2 см и шагом, равным 5 см. Определите скорость электрона.

32. Какую массу можно поставить в соответствие фотону, импульс которого равен импульсу молекулы водорода при температуре  $27^\circ\text{C}$ ? Скорость молекулы считайте равной среднеквадратичной скорости.

## Вариант № 6

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Зависимость от времени проекции ускорения материальной точки, движущейся вдоль оси  $Ox$ , показана на рисунке 84. Если в начальный момент времени проекция скорости  $v_x = 1$  м/с, значение проекции скорости в момент времени 10 с составит...

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. К пружине, жёсткость которой 3 кН/м, подвесили алюминиевый шарик. Пружина при этом растянулась на 9 см. Чему равен объём шарика? Плотность алюминия  $2700$  кг/м<sup>3</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_ дм<sup>3</sup>.

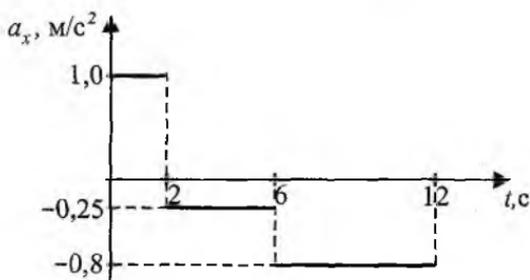


Рис. 84

3. Скорость материальной точки массой 1 кг при прямолинейном движении изменяется по закону  $v_x = 5 + 0,5t$  (м/с). Через сколько секунд импульс точки изменится на  $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

4. Бетонный столб массой 200 кг лежит на земле. Какую минимальную силу нужно приложить, чтобы приподнять краем один из его концов?

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

5. На рисунке 85 представлен график зависимости скорости от времени тела массой 2 кг.

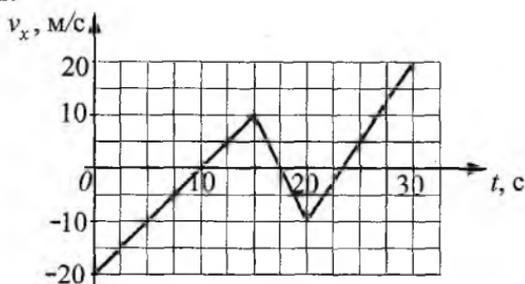


Рис. 85

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Кинетическая энергия тела максимальна в момент времени 15 с.
- 2) Модуль максимального ускорения тела равен  $4 \text{ м/с}^2$ .
- 3) В момент времени 10 с кинетическая энергия тела равна 0 Дж.
- 4) Ускорение тела уменьшается в интервале времени от 15 до 20 с.
- 5) Кинетическая энергия в момент времени 20 с равна  $-100 \text{ Дж}$ .

Ответ:

6. Деревянный брусок толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости, и он стал скользить без трения. Что происходит при этом с его ускорением и силой реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Сила реакции

7. Автобус массой  $m$ , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью  $v$ , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) модуль работы силы трения, действующей на автобус	1) $\mu gv$
Б) время, необходимое для полной остановки автобуса	2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
	3) $\frac{v}{\mu g}$
	4) $\frac{mv^2}{2}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке 86. Если в состоянии 1 температура газа была равна 900 К, то в состоянии 3 она станет равной...

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

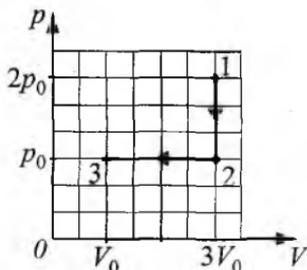


Рис. 86

9. Чему равна работа внешних сил над одноатомным идеальным газом массой 4 кг при его адиабатическом сжатии, если в результате этого процесса температура газа повысилась на 10 К? Молярная масса газа равна 4 г/моль. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Абсолютная влажность  $5 \text{ м}^3$  воздуха, в котором содержится 80 г водяного пара, составляет...

Ответ: \_\_\_\_\_ г/м<sup>3</sup>.

11. 1 моль идеального одноатомного газа совершает цикл, состоящий из трёх процессов: адиабатного расширения 1–2, изотермического сжатия 2–3 и изохорного нагревания 3–1. В процессе изохорного нагревания газу передано количество теплоты, равное 10 кДж.

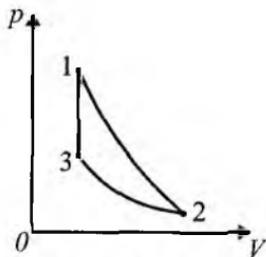


Рис. 87

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) При адиабатном процессе работа газа меньше 10 кДж.
- 2) Работа газа на участке 3–1 положительна.
- 3) Для всего цикла изменение внутренней энергии равно нулю.
- 4) На участке 1–2 газ отдаёт некоторое количество теплоты.

5) На участке 2–3 внутренней энергия газа не изменяется.

Ответ:

12. На рисунке 88 изображён график некоторого процесса, совершённого с данной массой идеального газа. Как изменяются температура и внутренняя энергия в данном процессе?

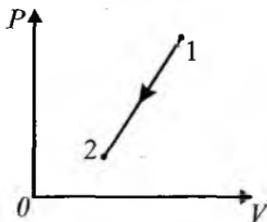


Рис. 88

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура	Внутренняя энергия

13. У длинного прямолинейного проводника с током, расположенного в вертикальной плоскости, потенциал точки *A* больше потенциала точки *B* (см. рис. 89). Если в точке *C* расположить магнитную стрелку, которая может вращаться в горизонтальной плоскости, то куда (от наблюдателя, к наблюдателю, влево, вправо, вверх, вниз) развернётся стрелка своим «южным» полюсом? Ответ запишите словом (словами).

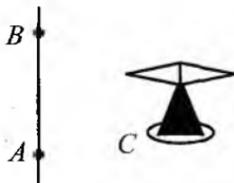


Рис. 89

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. В электрическом поле напряжённостью  $10^3$  В/м на точечный заряд действует сила  $5 \cdot 10^{-7}$  Н. Величина заряда равна...

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

15. Квадратная рамка, изготовленная из тонкого проводника, помещена в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл. Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости рамки. Поток магнитной индукции, пронизывающий рамку, равен 0,25 Вб. Чему равна длина проводника, из которого изготовлена рамка?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

16. На рисунке 90 показан график зависимости от времени ЭДС индукции в проволочном витке, вращающемся в однородном магнитном поле.

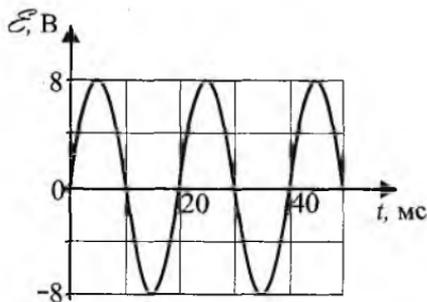


Рис. 90

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Частота переменной ЭДС больше 45 Гц.
- 2) Амплитудное значение ЭДС равно 8 В.
- 3) ЭДС изменяется по закону  $\mathcal{E} = 8 \cos 100t$ .
- 4) Если площадь витка равна  $10 \text{ дм}^2$ , то индукция магнитного поля больше 0,5 Тл.
- 5) Период изменения ЭДС равен 20 с.

Ответ:

17. Предмет находится перед собирающей линзой между фокусным и двойным фокусным расстоянием. Как изменятся расстояние от линзы до его изображения и линейный размер изображения предмета при перемещении предмета на расстояние больше двойного фокусного ( $d > 2F$ )? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Линейный размер изображения

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) электрическая ёмкость конденсатора	1) $\frac{kq_0}{r^2}$
Б) напряжённость поля точечного заряда	2) $\frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$
	3) $\frac{CU^2}{2}$
	4) $\frac{kq_0}{\epsilon r}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

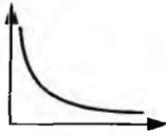
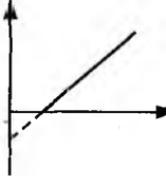
19. Сколько протонов содержится в ядре, образовавшемся в результате радиоактивного  $\alpha$ -распада ядра радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ протонов.

20. За какое время распадается 75% первоначально имеющихся ядер радиоактивного изотопа, если период полураспада этого изотопа составляет 1 час?

Ответ: \_\_\_\_\_ час.

21. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

Графики	Закон (зависимость)
А) 	1) закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии 2) закон радиоактивного распада 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света
Б) 	4) зависимость энергии фотона от частоты света

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. При помощи миллиамперметра измеряется ток в некоторой электрической цепи. Миллиамперметр изображён на рисунке 91. Чему равен ток в цепи, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления миллиамперметра?

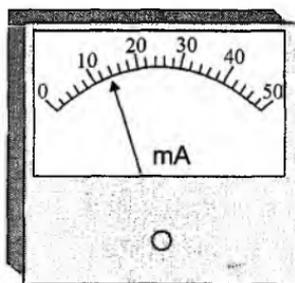


Рис. 91

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мА.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения бруска, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от его массы (на всех представленных ниже рисунках  $m$  — масса бруска,  $\alpha$  — угол наклона плоскости к горизонту,  $\mu$  — коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

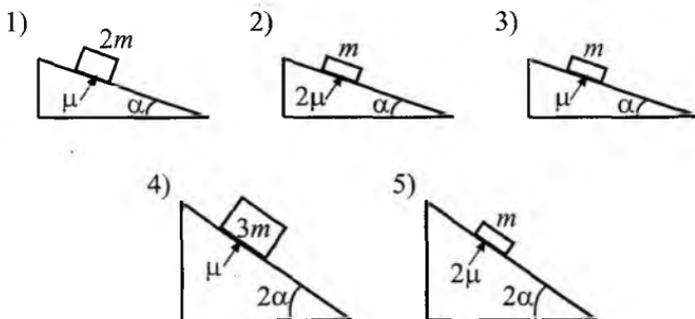


Рис. 92

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Светимость (в светимостях Солнца)
Альгаир	8000	1,7	1,7	10
Антарес	4000	10	880	57 500
Бетельгейзе	3100	20	900	90 000
Гакрукс	3400	3	113	1500
Полярная	7000	6	30	2200
Ригель	11 000	18	75	126 000
Сириус А	9900	2	1,7	25
Сириус В	25 000	1	0,0084	0,026

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Светимость Полярной звезды примерно в полтора раза больше светимости звезды Гакрукс.
- 2) Средняя плотность звезды Сириус А меньше средней плотности Альгаира.

- 3) Самая мощная звезда из представленных в таблице — Ригель.
- 4) Плотности вещества звёзд Антареса и Бетельгейзе примерно равны.
- 5) Температура поверхности и радиус звезды Гакрукс говорят о том, что эта звезда относится к красным гигантам.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Абсолютную температуру газа, находящегося в цилиндре под поршнем, увеличили в 3 раза. Для того чтобы поршень остался в прежнем положении, на него пришлось положить груз массой 10 кг. Площадь поршня 10 см<sup>2</sup>. Найдите начальное давление газа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

26. Плоский воздушный конденсатор с обкладками площадью 60 см<sup>2</sup> и расстоянием между ними 30 мм присоединён к источнику постоянного напряжения 2 кВ. Параллельно обкладкам в конденсатор ввели металлическую пластину толщиной 10 мм и такой же площадью, как и обкладки. Определите работу источника тока, совершённую при этом процессе. Ответ выразите в мкДж и округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Около небольшой металлической пластины, укреплённой на изолирующей подставке, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу (см. рис. 93). Когда пластину подсоединили к

клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.

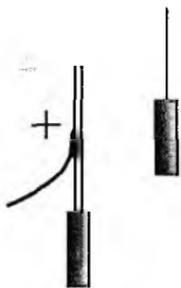


Рис. 93

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Груз массой  $m = 3,5$  кг тянут по горизонтальной поверхности под действием силы  $F = 25$  Н, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рис. 94). Определите величину возникающей силы трения, если коэффициент трения между грузом и поверхностью  $\mu = 0,25$ .

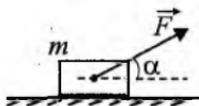


Рис. 94

29. На гладкой горизонтальной плоскости со ступенькой лежит доска массой 16 кг (см. рис. 95). По ступеньке в направлении доски скользит со скоростью 7,2 м/с шайба массой 350 г. Какой должна быть минимальная длина доски, чтобы шайба не соскользнула с неё, если коэффициент трения между шайбой и доской равен 0,37?

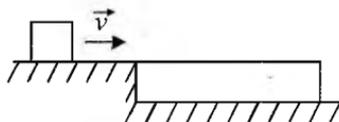


Рис. 95

30. Идеальный газ участвует в цикле, представленном на  $UV$ -диаграмме (см. рис. 96). Работы газа на участках 2–3 и 4–1 связаны соотношением  $A_{23} = -A_{41} = -1,51$  кДж. Определите КПД циклического процесса, если  $U_1 = 2,63$  кДж,  $U_2 = 1,12$  кДж.

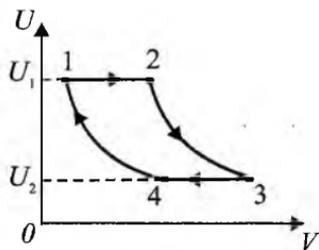


Рис. 96

31. Протон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 400 мТл перпендикулярно вектору магнитной индукции. Определите, какова максимальная глубина проникновения протона в область магнитного поля, если его кинетическая энергия равна 0,16 пДж.

32. Светящаяся точка движется с постоянной скоростью 20 см/с вокруг главной оптической оси собирающей линзы. Плоскость окружности параллельна линзе и находится на расстоянии 60 см от неё. Определите скорость, с которой движется изображение точки, даваемое линзой. Учтите, что если расстояние между линзой и светящейся точкой увеличить на 40 см, то скорости движения точки и её изображения будут одинаковыми.

## Вариант № 7

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке 97 изображён график зависимости проекции ускорения тела от времени. В момент времени  $t = 0$  проекция скорости тела  $v_x = 3$  м/с. Чему равна  $v_x$  в момент времени  $t = 1,5$  с?

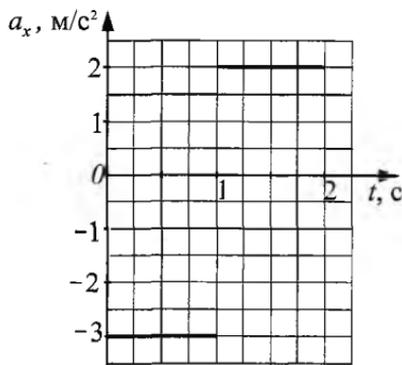


Рис. 97

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Пружина под действием силы  $F_1 = 8$  Н удлинилась на  $\Delta l_1 = 1$  см. Какую силу надо приложить к этой пружине, чтобы она удлинилась на  $\Delta l_2 = 1,6$  см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$  так, что проекция её скорости на ось  $Ox$  меняется с течением времени по закону  $v_x = 8 - 4t$  (м/с).

Начальная координата точки равна 4 м. Координата, в которой импульс точки обращается в нуль, равна...

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

4. Если бревно массой 300 кг лежит на двух опорах (см. рис. 98), причём левая опора подпирает край бревна, а правая находится на расстоянии  $1/4$  длины бревна от его правого конца, то сила, с которой бревно давит на правую опору, равна...

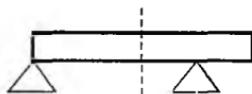


Рис. 98

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

5. На рисунке 99 представлен график зависимости скорости от времени тела массой 5 кг.

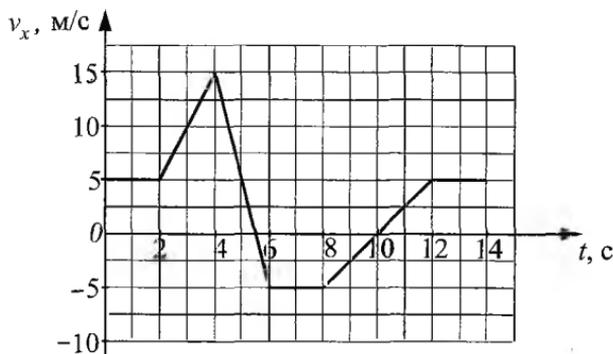


Рис. 99

На основании этого графика из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Кинетическая энергия тела максимальна в момент времени 4 с.
- 2) Модуль максимального ускорения тела равен  $5 \text{ м/с}^2$ .
- 3) В момент времени 2 с кинетическая энергия тела больше, чем в момент времени 12 с.
- 4) Ускорение тела уменьшается от 15 до 20 с.
- 5) Кинетическая энергия в момент времени 2 с равна 62,5 Дж.

Ответ:

6. Человек стоит на площадке пружинных весов, которые установлены на полу кабины лифта. Лифт находится на тридцатом этаже высотного здания. Как изменятся следующие физические величины, если лифт начнёт разгоняться вниз, двигаясь с постоянным ускорением: модуль действующей на человека силы тяжести, модуль веса человека?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы тяжести	Модуль веса

7. На рисунке 100 изображён график зависимости проекции импульса  $p$  точечного тела массой 2 кг, движущегося вдоль координатной оси по гладкой горизонтальной поверхности, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

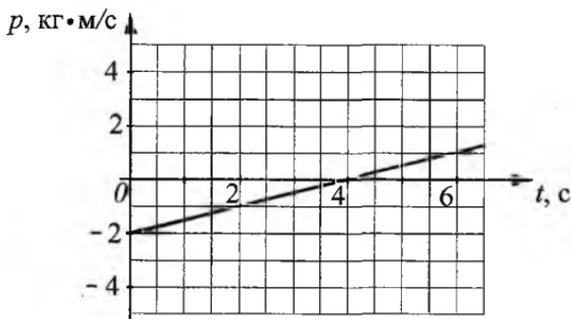


Рис. 100

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>А)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Б)</p> </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) модуль силы, действующей на тело</li> <li>2) проекция на координатную ось ускорения тела</li> <li>3) проекция на координатную ось скорости тела</li> <li>4) кинетическая энергия тела</li> </ol>

Ответ: 

А	Б

8. Некоторая масса газа расширяется изотермически от объёма 1 л до объёма 4 л. Давление при этом уменьшается на  $3 \cdot 10^5$  Па. Начальное давление газа равно...

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9. При адиабатическом сжатии двух молей одноатомного идеального газа была совершена работа 500 Дж. На сколько градусов повысилась температура идеального газа в ходе этого процесса? Ответ округлите до целых.

Ответ: на \_\_\_\_\_ К.

10. Парциальное давление водяного пара в комнате равно  $2 \cdot 10^3$  Па при относительной влажности воздуха 60%. Следовательно, давление насыщенного водяного пара при данной температуре приблизительно равно...  
 Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

11. Одноатомный идеальный газ совершает показанный на рисунке 101 цикл из двух изохор и двух изобар.

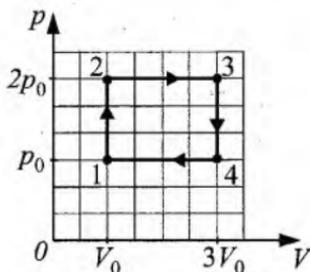


Рис. 101

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке 2—3 газ получал некоторое количество теплоты.
- 2) На участке 1—2 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 3) Работа газа, совершённая за цикл, равна  $2p_0V_0$ .
- 4) В данном случае КПД цикла можно рассчитать, используя формулу

$$\eta = \frac{A_{\Gamma}}{Q_{23}}, \text{ где } A_{\Gamma} \text{ — работа, совершённая газом за весь цикл.}$$

- 5) На участке 3—4 внутренняя энергия газа не изменяется.

Ответ:

12. На рисунке 102 показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа ( $U$  — внутренняя энергия газа;  $p$  — его давление). Как изменяются в ходе этого процесса абсолютная температура и объём газа?

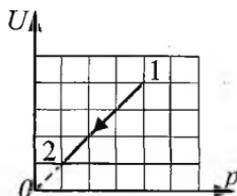


Рис. 102

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Объём газа

13. По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи  $I$  (см. рис. 103). Как направлено (от наблюдателя, к наблюдателю, вправо, влево, вверх, вниз) создаваемое ими магнитное поле в точке  $D$ ? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

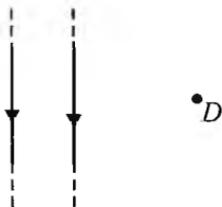


Рис. 103

14. Модуль кулоновской силы, действующей на нейтрон со стороны электрического поля напряжённостью  $2000 \text{ В/м}$ , равен...

Ответ: \_\_\_\_\_  $10^{-14} \text{ Н}$ .

15. Плоская прямоугольная площадка со сторонами  $20 \text{ см}$  и  $60 \text{ см}$  находится в магнитном поле с индукцией  $1,5 \text{ Тл}$ . Вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  направлен под углом  $60^\circ$  к нормали к плоскости рамки. Магнитный поток, пронизывающий площадку, равен...

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{мВб}$ .

16. Заряженный конденсатор ёмкостью  $10 \text{ пФ}$  подключили к катушке индуктивности. График дальнейших изменений заряда  $q$  конденсатора показан на рисунке 104.

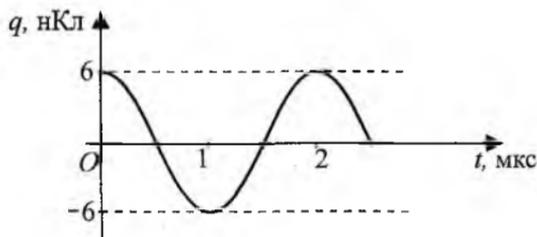


Рис. 104

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Амплитудное значение заряда конденсатора равно  $12 \text{ нКл}$ .
- 2) Максимальное напряжение на конденсаторе меньше  $100 \text{ В}$ .
- 3) Индуктивность катушки меньше  $12 \text{ мГн}$ .
- 4) Заряд конденсатора изменяется по закону  $q = 6 \cdot 10^{-9} \cos(10^6 \pi t)$ .
- 5) Период изменения заряда равен  $2 \text{ с}$ .

Ответ:

17. На столе стоит сосуд с зеркальным дном и матовыми стенками (см. рис. 105). На дно пустого сосуда падает луч света 1. На стенке  $CD$  сосуда при этом можно наблюдать «зайчик» — блик отражённого луча. В сосуд наливают некоторое количество воды. Как при этом изменяются следующие физические величины: угол падения луча на дно, высота точки нахождения «зайчика»? Отражением луча от поверхности жидкости пренебречь.

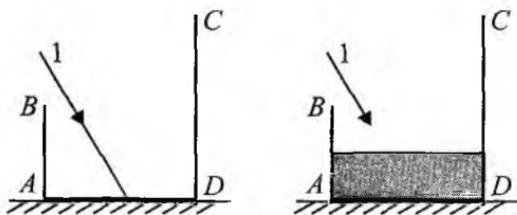


Рис. 105

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол падения луча на дно	Высота точки нахождения «зайчика»

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) энергия заряженного конденсатора	1) $\frac{kqQ}{r^2}$
Б) потенциал поля точечного заряда	2) $\frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$
	3) $\frac{CU^2}{2}$
	4) $\frac{kqQ}{\epsilon r}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов содержится в ядре, образовавшемся в результате радиоактивного  $\beta$ -распада ядра свинца  ${}_{82}^{209}\text{Pb}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ протонов.

20. Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

21. На рисунке 106 изображена зависимость максимальной кинетической энергии  $E_э$  электрона, вылетающего с поверхности металлической пластинки, от энергии  $E_ф$  падающего на пластинку фотона. Пусть на поверхность этой пластинки падает свет, энергия фотона которого равна 3 эВ. Установите соответствие между физическими величинами, указанными в таблице, и их значениями.

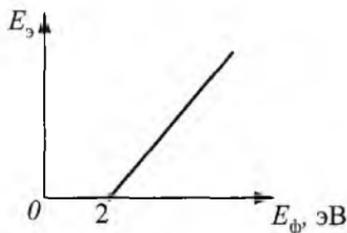


Рис. 106

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Значение, эВ
А) работа выхода электронов с поверхности металла пластинки	1) 8 2) 5
Б) кинетическая энергия электрона, вылетающего с поверхности пластинки	3) 2 4) 1

Ответ:

А	Б

22. При помощи вольтметра измеряется напряжение в некоторой электрической цепи. Вольтметр изображён на рисунке 107. Чему равно напряжение в цепи, если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра? Ответ приведите в вольтах.

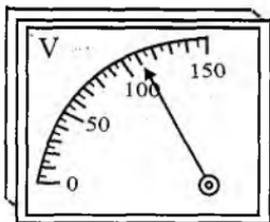


Рис. 107

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость сопротивления металлического проводника от его длины. Какие два проводника из представленных на рисунке 108 нужно выбрать для проведения такого исследования?

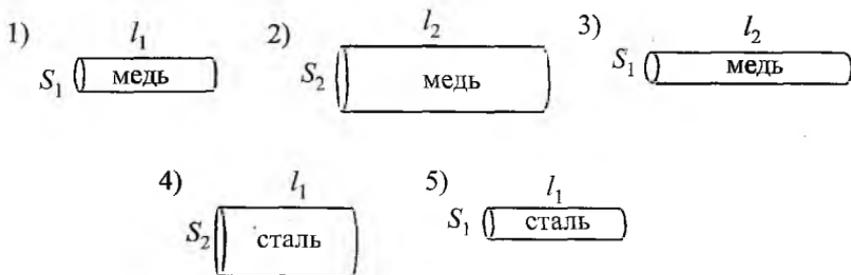


Рис. 108

Ответ: 

--	--

24. Из приведённых ниже утверждений выберите **все** верные и укажите их номера.

- 1) Все галактики имеют одинаковое строение.
- 2) Любая галактика вращается вокруг своей оси.

- 3) Галактики удаляются друг от друга с ускорением.
- 4) Галактики удаляются друг от друга с постоянной скоростью.
- 5) Галактика Млечный Путь — самая большая в Местной группе галактик.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

**25.** Газ находится в вертикальном цилиндре под поршнем и занимает объём  $240 \text{ см}^3$  при давлении  $100 \text{ кПа}$ . Какую минимальную силу надо приложить в вертикальном направлении к поршню, чтобы сдвинуть его на  $2 \text{ см}$ , уменьшив при этом объём газа? Площадь поршня  $24 \text{ см}^2$ . Температура газа постоянна.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**26.** Между обкладками плоского конденсатора площадью  $36 \text{ см}^2$  и расстоянием между ними  $2,3 \text{ мм}$  помещена пластина с такой же площадью и толщиной из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью, равной  $4,9$ . Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения  $260 \text{ В}$ . Какую минимальную работу должны совершить внешние силы для извлечения пластины из конденсатора? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**27.** В трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, находится воздух, закрытый подвижным поршнем. Сначала воздуху в трубке сообщают некоторое количество теплоты так, что его внутренняя энергия остаётся неизменной. Затем внутреннюю энергию воздуха увеличивают в отсутствие

теплообмена с окружающей средой. Как меняется объём воздуха в трубке в этом процессе? Ответ обоснуйте, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Груз, подвешенный на пружине, поднимают вверх с ускорением  $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ . При этом растяжение пружины равно 1 см. Каково будет растяжение пружины, если груз поднимать с ускорением  $a_2 = 8 \text{ м/с}^2$ ? Колебания в обоих случаях отсутствуют. Массой пружины пренебречь.

29. Плот массой 120 кг движется по реке со скоростью 5,3 м/с. С берега на плот бросают груз массой 85 кг, который летит со скоростью 12 м/с, направленной перпендикулярно скорости плота. Определите потери механической энергии при абсолютно неупругом ударе груза о плот.

30. Азот массой 500 г, находящийся в цилиндре под поршнем, нагревают так, что его температура изменяется пропорционально квадрату давления от первоначального значения 200 К до конечного 300 К. Определите работу, совершаемую при этом газом.

31. Виток проволоки, имеющий площадь  $100 \text{ см}^2$ , разрезан в некоторой точке, и в разрез включён конденсатор ёмкостью 10 мкФ. Виток помещён в однородное магнитное поле, линии которого перпендикулярны плоскости витка. Индукция магнитного поля равномерно возрастает со скоростью  $5 \text{ мТл/с}$ . Определите заряд конденсатора.

32. Точечный источник света расположен на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии 30 см от линзы. На экране, расположенном перпендикулярно главной оптической оси на расстоянии 10 см от линзы, наблюдается световое пятно. Размеры пятна не изменятся, если экран переместить на расстояние 20 см от линзы. Найдите фокусное расстояние линзы.

## Вариант № 8

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем ускорение велосипедиста. Во сколько раз больше времени потребует велосипедисту, чем мотоциклисту, чтобы достичь скорости 30 км/ч?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

2. Какой будет деформация пружины жёсткостью 200 Н/м, когда к ней подвешен груз массой 0,5 кг? Упругие свойства пружины неизменны.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

3. На рисунке 109 показан график зависимости координаты автомобиля от времени. Какова проекция импульса автомобиля на ось  $Ox$  в момент времени 1 с, если масса автомобиля равна 600 кг?

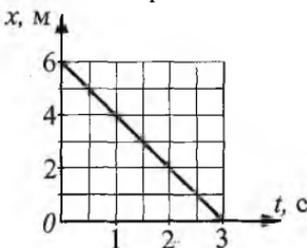


Рис. 109

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

4. Тело совершает свободные колебания вдоль прямой  $Ox$ . Максимальное смещение тела относительно положения равновесия 5 см. Какой путь проходит тело за два полных колебания?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5. На рисунке 110 представлен график зависимости координаты от времени тела массой 2 кг.

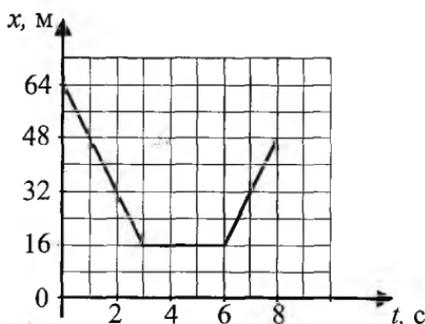


Рис. 110

На основании этого графика из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Кинетическая энергия тела уменьшается на участке от 0 до 3 с.
- 2) Максимальная скорость тела равна 54 м/с.
- 3) На участке от 6 до 8 с импульс тела увеличивается.
- 4) Импульс тела в момент времени 1 с равен 32 кг · м/с.
- 5) Кинетическая энергия в момент времени 4 с равна 0 Дж.

Ответ:

6. Ультразвуковой дефектоскоп может работать на разных частотах. Частоту сигнала увеличили. Как при этом изменились следующие физические величины: скорость распространения сигнала, длина ультразвуковой волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость сигнала	Длина волны

7. Маленькой шайбе, покоящейся у основания гладкой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость  $v_0$ , направленную вдоль наклонной

плоскости вверх (см. рис. 111). Наклонная плоскость достаточно длинная. Установите соответствие между зависимостями физических величин от времени и графиками.

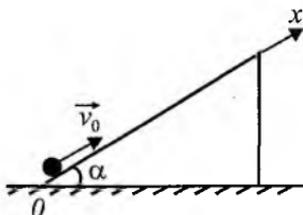


Рис. 111

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Графики
А) скорость Б) потенциальная энергия $U$ (относительно начального положения шайбы)	1)            2)
	3)            4)

Ответ: 

А	Б

8. Сосуд, из которого выкачан воздух, соединяют с баллоном, содержащим воздух. В результате устанавливается давление  $1 \cdot 10^5$  Па. Определите давление воздуха в баллоне до соединения, если объём сосуда в 2 раза больше объёма баллона, а процесс происходит при постоянной температуре.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9. При адиабатном расширении 4 моль одноатомного идеального газа его температура понизилась на 15 К. Какую работу совершил газ? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. В закрытом сосуде вместимостью 5 л находится ненасыщенный водяной пар массой 103 мг. При какой температуре пар будет насыщенным? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\rho, \text{г/м}^3$	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,3	19,4	20,6	21,8

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

11. 1 моль идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2, охлаждая при постоянном объёме, а затем переводят при постоянном давлении из состояния 2 в состояние 3 с начальной температурой (см. рис. 112). В итоге газ совершил работу, численно равную  $0,5RT$ , где  $T$  — начальная температура.

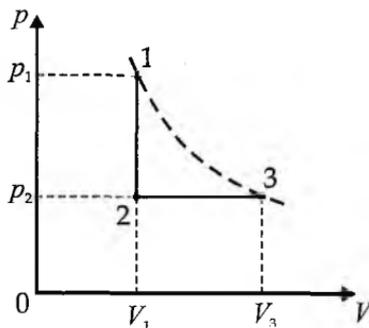


Рис. 112

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В процессе 1—2 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 2) Внутренняя энергия газа при переходе из состояния 1 в состояние 3 увеличивается.
- 3) Начальное давление в 2 раза больше конечного.
- 4) В процессе 2—3 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 5) На участке 2—3 газ совершил работу, численно равную  $0,5RT$ .

Ответ:

12. На рисунке 113 изображён график зависимости давления  $p$  одного моля идеального одноатомного газа от его температуры  $T$  в процессе 1—2. Как в результате перехода из состояния 1 в состояние 2 изменяются внутренняя энергия газа и объём газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

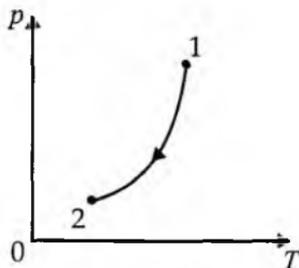


Рис. 113

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия газа	Объём газа

13. Проводник с током расположен в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке 114. На проводник с током действует сила, направленная... (от наблюдателя, к наблюдателю, вправо, влево, вверх, вниз). Ответ запишите словом (словами).

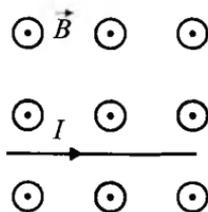


Рис. 114

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Точка  $A$  находится на расстоянии  $r_1 = 2$  м, а точка  $B$  — на расстоянии  $r_2 = 1$  м от точечного заряда  $q = 10^{-6}$  Кл. Чему равна разность потенциалов точек  $A$  и  $B$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_кВ.

15. Плоская квадратная рамка с числом витков  $N = 7$  помещена в магнитное поле так, что вектор магнитной индукции направлен под углом  $30^\circ$

к нормали к плоскости рамки. Магнитная индукция поля  $B = 0,1$  Тл. Если сторона рамки равна 9 см, то магнитный поток сквозь рамку равен... Ответ запишите в мВб, округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мВб.

16. На рисунке 115 показан график  $i(t)$  для переменного тока.

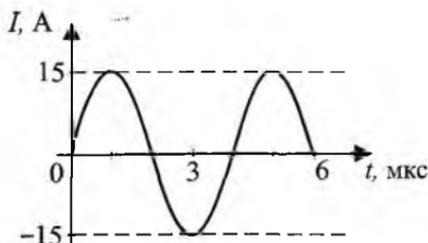


Рис. 115

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Период колебаний тока равен 4 мкс.
- 2) Если данный переменный ток проходит через конденсатор ёмкостью 1 мкФ, то ёмкостное сопротивление конденсатора больше 1 Ом.
- 3) Действующее значение силы тока меньше 8 А.
- 4) Сила тока в цепи изменяется по закону  $i = 15 \sin(5 \cdot 10^5 \pi t)$ .
- 5) Частота колебаний силы тока равна 4 Гц.

Ответ:

17. Луч света падает из воздуха на границу раздела двух сред «стекло — воздух». Как изменятся при увеличении показателя преломления стекла следующие величины: длина волны света в стекле, угол полного внутреннего отражения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света в стекле	Угол полного внутреннего отражения

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) энергия электрического поля конденсатора	1) $LI$
Б) магнитный поток	2) $\frac{LI^2}{2}$
	3) $\frac{CU^2}{2}$
	4) $vBl \sin \alpha$

Ответ:

А	Б

19. В результате радиоактивного превращения ядра  ${}_{19}^{40}\text{K}$  из него вылетает электрон и образуется новое ядро, содержащее...

Ответ: \_\_\_\_\_ протонов.

20. Период полураспада ядер изотопа радона  ${}_{86}^{220}\text{Rn}$  составляет 51,5 с. Через сколько секунд произойдёт распад  $3/4$  от первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: через \_\_\_\_\_ с.

21. На рисунке 116 изображена зависимость максимальной кинетической энергии  $E_э$  электрона, вылетающего с поверхности металлической пластинки, от энергии  $E_ф$  падающего на пластинку фотона. Пусть на поверхность этой пластинки падает свет, энергия фотона которого равна 5 эВ. Установите соответствие между физическими величинами, указанными в таблице, и их значениями.

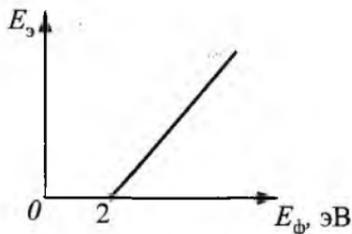


Рис. 116

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Значение, эВ
А) кинетическая энергия электрона, вылетающего с поверхности пластинки	1) 0 2) 2
Б) работа выхода электронов с поверхности металла пластинки	3) 3 4) 7

Ответ: 

А	Б

22. Запишите результат измерения электрического напряжения (см. рис. 117), учитывая, что погрешность равна половине цены деления.

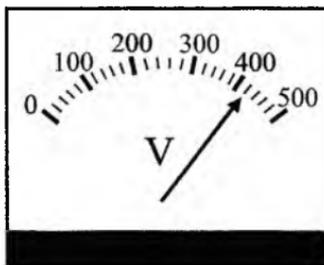


Рис. 117

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Используя данные рисунка 118 (показания влажного и сухого термометров) и психрометрическую таблицу, определите относительную влажность воздуха в помещении, где установлены данные термометры.

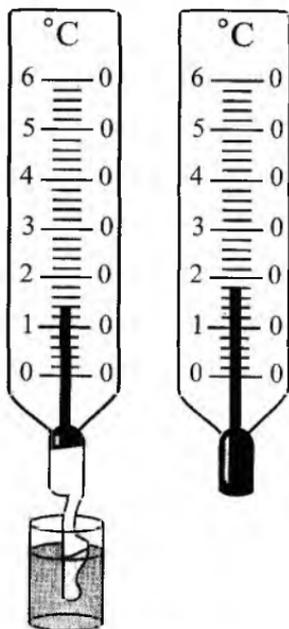


Рис. 118

<i>Психрометрическая таблица</i>				
Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С			
	3	4	5	6
Относительная влажность, %				
15	71	61	52	44
16	71	62	54	45
17	72	64	55	47
18	73	64	56	48
19	74	65	58	50
20	74	66	59	51
21	75	67	60	52
22	76	68	61	54
23	76	69	61	55
24	77	69	62	56
25	77	70	63	57

Ответ: \_\_\_\_\_.

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о естественных спутниках планет Солнечной системы.

Наименование спутника	Название соотв. планеты	Период обращения (в сутках)	Радиус (в км)	Радиус орбиты (в тыс. км)
Луна	Земля	27	1738	384
Ио	Юпитер	1,8	1815	422
Ганимед	Юпитер	7,1	2631	1070
Европа	Юпитер	3,5	1569	671
Титан	Сатурн	16	2575	1222
Рея	Сатурн	4,5	760	527
Титания	Уран	8,7	395	436
Оберон	Уран	13,5	380	583

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников, и укажите их номера.

- 1) Самый большой по размерам спутник из представленных в таблице принадлежит Юпитеру.
- 2) Быстрее всего один оборот вокруг Юпитера сделает спутник Ио.
- 3) Ближе всего к Юпитеру расположена Европа.
- 4) Рея находится к Сатурну ближе, чем Титан.
- 5) Частота обращения Оберона вокруг Урана больше, чем Титании.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В латунный калориметр массой 100 г, содержащий 250 г воды при 10 °С, впускают водяной пар при 100 °С. Какое минимальное количество пара следует впустить, чтобы температура воды в калориметре поднялась до 50 °С? Ответ округлите до целого.

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

26. На какое расстояние к закреплённому точечному заряду величиной  $-1$  нКл может приблизиться электрон, летящий со скоростью  $1 \cdot 10^7$  м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. В зазоре между полюсами электромагнита создано сильное магнитное поле, линии индукции которого практически горизонтальны. Над зазором на некоторой высоте удерживают длинную плоскую медную пластинку, параллельную вертикальным поверхностям полюсов (см. рис. 119). Затем пластинку отпускают без начальной скорости, и она падает, проходя через зазор между полюсами, не касаясь их. Опишите, опираясь на физические законы, как и почему будет изменяться скорость пластинки во время её падения.

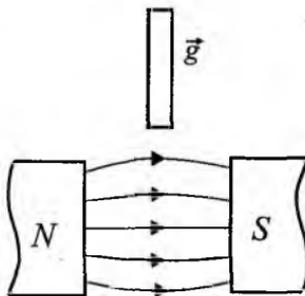


Рис. 119

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Двигаясь равноускоренно, материальная точка в первые два промежутка времени по  $t = 4$  с каждый проходит пути  $L_1 = 20$  м и  $L_2 = 30$  м. Определить начальную скорость точки.

29. Два бруска массой 3 кг каждый, лежащие на горизонтальной поверхности, соединены невесомой недеформированной пружиной с жёсткостью, равной 1 Н/м. Коэффициент трения между брусками и поверхностью равен 0,2. Какую минимальную скорость нужно сообщить одному из брусков вдоль пружины, чтобы он, растянув пружину, смог сдвинуть второй брусок?

30. Во сколько раз изменится подъёмная сила газа, наполняющего аэростат (дирижабль), если водород заменить гелием при тех же значениях давления и температуры? Массой оболочки аэростата пренебречь.

31. Два конденсатора ёмкостями  $C_1 = 250$  пФ и  $C_2 = 150$  пФ включены в электрическую цепь, как показано на рисунке 120. ЭДС источника тока равна 6,2 В. Определите напряжение на конденсаторе  $C_1$ , если известно, что при коротком замыкании цепи ток через источник возрастает в 3,7 раза.

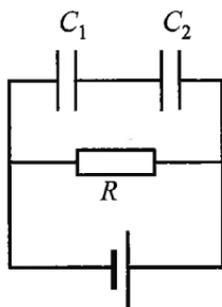


Рис. 120

32. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 2 см падает луч света под углом  $60^\circ$ . Часть света отражается, а часть, преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности и, преломляясь вторично, выходит обратно параллельно первому отражённому лучу. Определите расстояние между двумя отражёнными лучами, если коэффициент преломления стекла 1,73.

## Вариант № 9

## Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

1. Пароход движется по реке против течения со скоростью 5 м/с относительно берега. Определите скорость течения реки, если скорость парохода относительно берега при движении в обратном направлении равна 8 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Исследуя зависимость удлинения пружины от действующей на неё силы, ученик подвесил на недеформированной вертикально расположенной пружине груз массой 300 г. Пружина удлинилась на 4 см. Какой массы груз следует добавить к первому грузу, чтобы удлинение пружины стало равным 6 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

3. На рисунке 121 представлен график зависимости проекции скорости движущегося тела массой 2 кг от времени. Пользуясь этим графиком, определите величину импульса тела в момент времени 50 с.

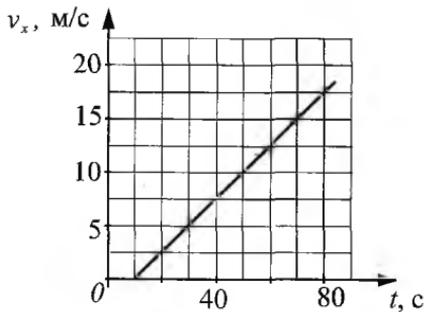


Рис. 121

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

4. Гармонические колебания происходят по закону  $x = x_0 \sin \omega t$  (см). При фазе, равной  $\pi/6$ , смещение равно 3 см. Чему равна амплитуда колебаний?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5. На рисунке 122 представлен график зависимости координаты от времени тела массой 5 кг.

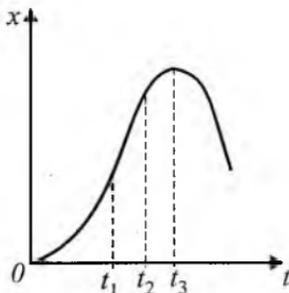


Рис. 122

На основании этого графика из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Кинетическая энергия тела максимальна в момент времени  $t_3$ .
- 2) На участке  $t_1 - t_2$  скорость тела увеличивается.
- 3) Кинетическая энергия тела минимальна в момент времени  $t_3$ .
- 4) Импульс тела в интервале времени  $t_1 - t_2$  не изменяется.
- 5) Скорость тела в интервале времени  $t_2 - t_3$  увеличивается.

Ответ:

6. Певец сначала пропел ноту «ми» первой октавы, а затем — «ми» второй октавы, не меняя громкости звука (высота тона первой октавы меньше, чем второй). Как при этом изменились следующие физические величины: частота звука, скорость волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота звука	Скорость волны

7. Тело массой 5 кг движется вдоль оси  $Ox$ . Зависимость проекции импульса  $p_x$  этого тела от времени  $t$  изображена на рисунке 123. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ.

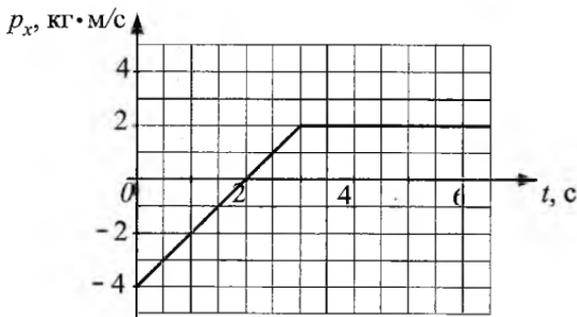


Рис. 123

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Значение физической величины (в СИ)
А) проекция на ось $Ox$ силы, действующей на тело в момент времени $t = 4$ с	1) 0 2) 0,4
Б) проекция скорости тела на ось $Ox$ в момент времени $t = 4$ с	3) 4 4) 2

Ответ:

А	Б

8. Если баллон, содержащий 12 л кислорода при давлении 1 МПа, соединить с пустым баллоном вместимостью 3 л, то в процессе изотермического расширения газа в сосудах установится давление, равное...

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9. 4 моль гелия нагрели при постоянном давлении, сообщив газу 4 кДж теплоты. Каково при этом изменение внутренней энергии газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Парциальное давление водяного пара в воздухе при  $19^\circ\text{C}$  равно 1,2 кПа, давление насыщенного водяного пара при этой температуре 2,2 кПа. Относительная влажность воздуха равна... Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. Тепловая машина, рабочим телом которой является 1 моль идеального одноатомного газа, совершает цикл, изображённый на рисунке 124.

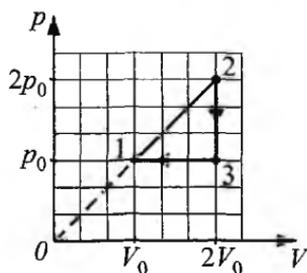


Рис. 124

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке 1–2 температура газа увеличивается.
- 2) В данном случае КПД цикла можно рассчитать, используя формулу

$$\eta = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{1-2}} =, \text{ где } A_{\text{г}} \text{ — работа, совершённая газом за весь цикл.}$$

- 3) На участке 2–3 газ получает некоторое количество теплоты.
- 4) На участке 3–1 работа газа положительна.
- 5) На участке 2–3 работа газа уменьшается.

Ответ:

12. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный воздухом и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно увеличивают, сохраняя давление воздуха в нём постоянным. Как изменяются при этом температура воздуха в сосуде и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура воздуха в сосуде	Плотность воздуха в сосуде

13. Протон  $p$  имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ , направленную вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рис. 125). Куда направлена (от наблюдателя, к наблюдателю, вправо, влево, вверх, вниз) действующая на протон сила Лоренца  $\vec{F}$ ? Ответ запишите словом (словами).

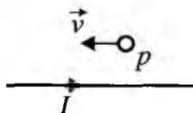


Рис. 125

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Напряжённость однородного электрического поля равна  $100 \text{ В/м}$ , расстояние между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля, равно  $5 \text{ см}$ . Модуль разности потенциалов между этими точками равен...

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Плоская квадратная рамка с числом витков  $N = 7$  помещена в магнитное поле так, что вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  направлен под углом  $30^\circ$  к нормали, проведённый к плоскости рамки. Магнитная индукция поля  $B = 0,1 \text{ Тл}$ . Если магнитный поток сквозь рамку равен  $5 \text{ мВб}$ , то сторона рамки равна... Ответ запишите в см и округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

16. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором  $R = 20 \text{ кОм}$  (см. рис. 126). В момент времени  $t = 0$  ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью  $\pm 1 \text{ мкА}$ , представлены в таблице.

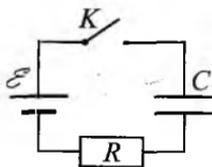


Рис. 126

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте, и укажите их номера.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 с после замыкания ключа конденсатор остаётся полностью разряженным.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на конденсаторе равно 6 В.

Ответ: 

--	--

17. Предмет находится перед собирающей линзой между фокусным и двойным фокусным расстоянием. Как изменятся расстояние от линзы до его изображения и увеличение линзы при замене линзы на другую, с меньшей оптической силой?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Увеличение линзы

18. Установите соответствие между физическими законами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические законы	Формулы
А) закон Фрадея	1) $Q = I^2 R t$
Б) закон Джоуля — Ленца	2) $F = k \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{r^2}$
	3) $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$
	4) $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$  после  $\gamma$ -распада превращается в ядро, содержащее ... протонов.

Ответ: \_\_\_\_\_ протонов.

20. Период полураспада ядер атомов актиния  ${}_{89}^{227}\text{Ac}$  составляет 21,6 года. В начальный момент времени имеется  $10^9$  атомов изотопа актиния. Какое количество ядер изотопа распадается за 64,8 года?

Ответ: \_\_\_\_\_  $10^8$ .

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\nu$  — частота фотона,  $h$  — постоянная Планка,  $p$  — импульс фотона).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина волны фотона	1) $\frac{p}{h}$
Б) энергия фотона	2) $\frac{h}{p}$
	3) $h \cdot \nu$
	4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

22. Запишите результат измерения электрического напряжения (см. рис. 127), учитывая, что погрешность равна цене деления.

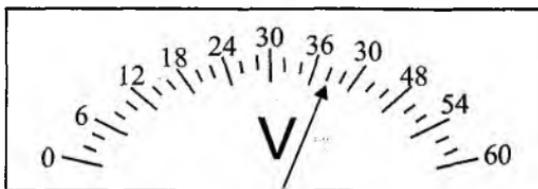


Рис. 127

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость силы электрического тока, текущего в неразветвлённой цепи, от ЭДС батареи, входящей в состав этой цепи. Какие **две** схемы электрической цепи следует использовать для проведения такого исследования (см. рис. 128)?

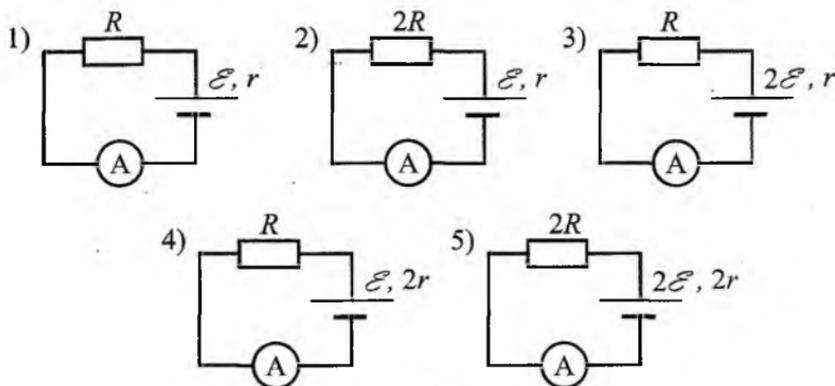


Рис. 128

Ответ:

24. Из приведённых ниже утверждений выберите **все** верные, соответствующие законам движения планет, и укажите их номера.

- 1) Земля совершает один оборот вокруг Солнца за 1 месяц.
- 2) Планеты вращаются вокруг Солнца в ту же сторону, в которую и само Солнце вращается вокруг своей оси.
- 3) Каждая планета движется так, что радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.
- 4) Луна совершает один оборот вокруг Земли за 12 часов.
- 5) Венера вращается вокруг своей оси не в ту же сторону, что Земля вокруг своей.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. При выстреле вертикально вверх свинцовая пуля достигла высоты 1,7 км. При падении на землю 65 % механической энергии пули пошло на её нагревание. На сколько градусов изменилась температура пули в результате падения?

Ответ: на \_\_\_\_\_ К.

26. В четырёх вершинах квадрата со стороной 1 мкм расположено по электрону. Какую скорость приобретут электроны, когда они разлетятся на бесконечно большое расстояние? Ответ округлите до целого.

Ответ: \_\_\_\_\_ км/с.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находятся только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ . Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $6V_0$  (см. рис. 129). Укажите, какими закономерностями вы при этом воспользовались.

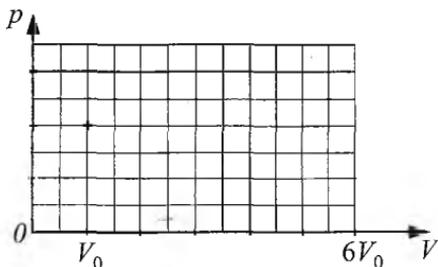


Рис. 129

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. На некоторой планете тело, подброшенное вертикально вверх со скоростью  $15 \text{ м/с}$ , упало на поверхность планеты через  $10 \text{ с}$ . Какова максимальная высота подъёма тела?
29. Деревянный куб с ребром  $50 \text{ см}$  плавает в пресном озере и на две трети своего объёма погружён в воду. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы полностью погрузить куб в воду?
30. Лазер излучает световые импульсы с энергией  $200 \text{ мДж}$ . Частота повторения импульсов  $10 \text{ Гц}$ . КПД лазера, определяемый отношением излучаемой энергии к потребляемой, составляет  $4 \%$ . Какой объём воды нужно прокачать за один час через охлаждающую систему лазера, чтобы вода нагрелась не более чем на  $5^\circ \text{C}$ ?
31. В электрическую цепь постоянного тока включены, как показано на рисунке 130, четыре резистора и идеальный диод. На какую величину изменится полное электрическое сопротивление этой цепи при изменении полярности напряжения на её зажимах? Сопротивления резисторов имеют следующие значения:  $R_1 = 24 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 52 \text{ Ом}$ .
32. На какой глубине под водой находится водолаз, если он видит отражёнными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии  $15 \text{ м}$  и дальше? Рост водолаза  $1,7 \text{ м}$ . Показатель преломления воды  $1,33$ .

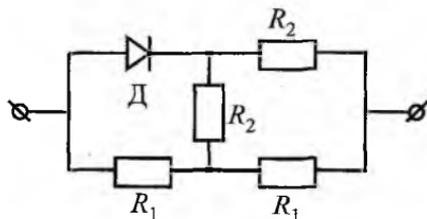


Рис. 130

## Вариант № 10

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами  $R_1$  и  $R_2$ , причём  $R_1 = 2R_2$ . Периоды обращения точек отличаются в 2 раза:  $T_2 = 2T_1$ . Чему равно отношение линейной скорости первой точки к линейной скорости второй точки?

Ответ: \_\_\_\_\_.

2. На рисунке 131 представлен график зависимости силы упругости пружины от её удлинения. Какой будет длина этой пружины, если к ней подвесить тело массой 400 г? Длина нерастянутой пружины равна 30 см.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

3. Шар массой  $m_1$  движется со скоростью  $v_1 = 10$  м/с. Он догоняет шар массой  $m_2$ , который движется в том же направлении, но со скоростью  $v_2 = 4$  м/с. После абсолютно неупругого столкновения шары движутся со скоростью 6 м/с. Найдите отношение масс шаров  $m_2/m_1$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

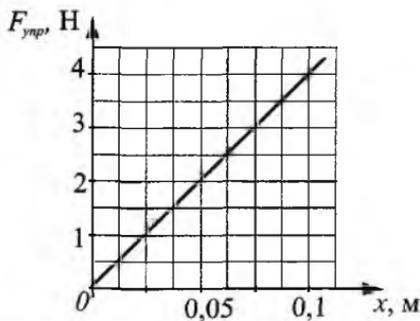


Рис. 131

4. Волна распространяется вдоль резинового шнура со скоростью 4 м/с при частоте 5 Гц. Найдите минимальное расстояние между точками шнура, которые одновременно проходят через положение равновесия, двигаясь при этом в одном направлении.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5. Тело движется вдоль оси  $Ox$ . На него действует сила, зависимость проекции которой от координаты тела  $x$  приведена на рисунке 132.

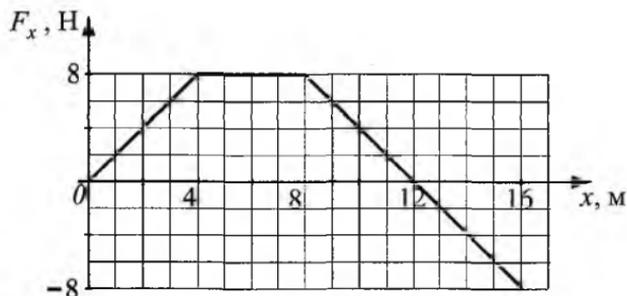


Рис. 132

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) При движении тела от 4 м до 8 м сила не совершала работы.
- 2) Пройдя точку с координатой 8 м, тело стало замедляться.
- 3) Максимальная кинетическая энергия тела была в момент прохождения точки с координатой 4 м.
- 4) Максимальная кинетическая энергия тела была в момент прохождения телом точки с координатой 12 м.

5) Работа силы на пути 12 м равна 64 Дж.

Ответ:

6. Корабль вышел из устья реки в море. Как при этом изменились объём погружённой в воду части корабля и архимедова сила, действующая на корабль?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём погружённой части	Сила Архимеда

7. Тело подвесили на пружине в поле силы тяжести (см. рис. 133). Затем тело вывели из положения равновесия, слегка оттянув пружину вниз, и отпустили. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Считайте, что ось  $Oy$  направлена вертикально вверх.

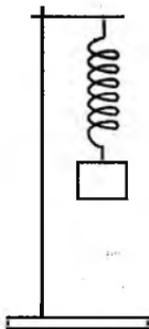
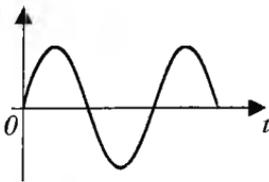
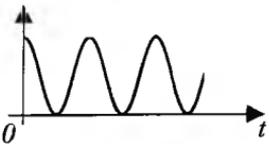


Рис. 133

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) проекция скорости тела на ось <math>Oy</math></p> <p>2) кинетическая энергия тела</p> <p>3) потенциальная энергия пружины</p> <p>4) координата колеблющегося тела</p>

Ответ: 

А	Б

8. При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  один моль идеального газа занимает объём  $V_0$ . Если взять 2 моль этого же газа при том же давлении  $p_0$  и температуре  $2T_0$ , то занимаемый газом объём будет  $V$ . Найдите отношение  $V/V_0$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. Рассчитайте количество теплоты, сообщённой одноатомному идеальному газу в процессе  $A - B - C$ , представленному на  $pV$ -диаграмме (см. рис. 134).

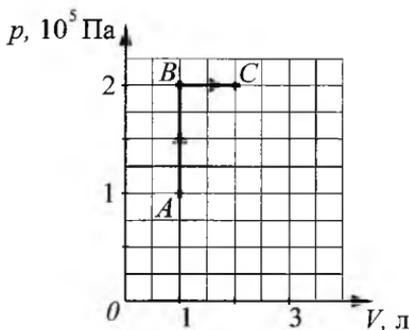


Рис. 134

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем составляет 40%. Воздух в сосуде изотермически сжали, уменьшив его объём в 4 раза.

Какой стала относительная влажность в сосуде?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 135 показан цикл тепловой машины. Рабочее тело — идеальный газ.

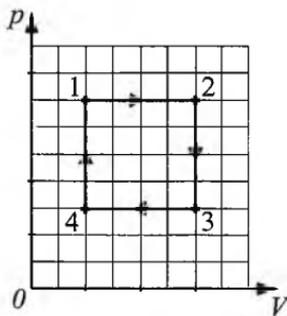


Рис. 135

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура в точке 2 равна температуре в точке 4.
- 2) Газ получал тепло на участках 1–2 и 2–3.
- 3) Газ получал тепло на участках 1–2 и 4–1.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 5) На участке 4–1 изменение внутренней энергии газа равно нулю.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество. Цилиндр поместили в горячую печь, а через некоторое время стали охлаждать. На рисунке 136 представлен график изменения температуры  $t$  вещества с течением времени  $\tau$ . Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Участки графика	Процессы
А) $CD$	1) плавление твёрдого вещества
Б) $GH$	2) нагревание жидкости
	3) конденсация пара
	4) нагревание твёрдого вещества

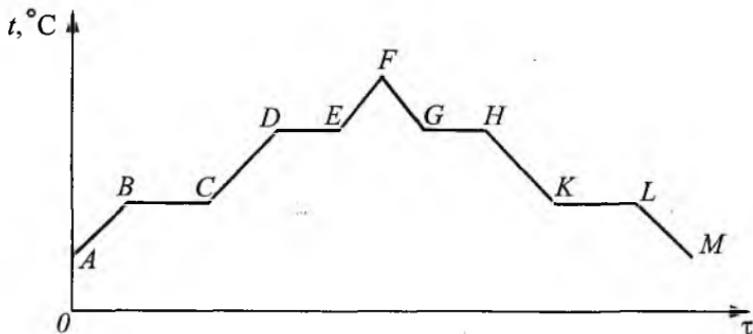


Рис. 136

Ответ:

А	Б

13. Электрон движется в электрическом поле вдоль направления 4. Вдоль какой стрелки направлено ускорение электрона (см. рис. 137)?

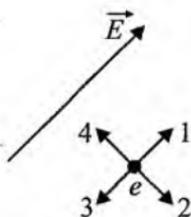


Рис. 137

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Три одинаковых вольтметра включены в цепь так, как показано на рисунке 138. Источник тока — идеальный. Определите показание вольтметра  $V_2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Период колебаний в колебательном контуре, индуктивность катушки которого равна 40 мГн, равен 5 мс. Чтобы период колебаний стал равным 20 мс, индуктивность катушки необходимо сделать равной...

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

16. Две монохроматические когерентные световые волны приходят в некоторую точку А пространства с разностью хода 2,25 мкм. Длина волны света  $\lambda = 750$  нм. Определите результат интерференции волн в точке А.

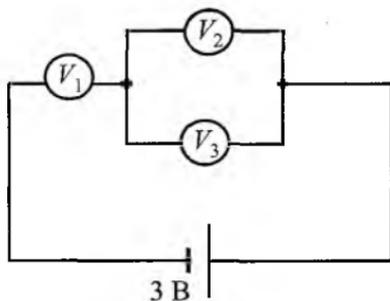


Рис. 138

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В точке  $A$  будет наблюдаться максимум интерференции, так как разность хода равна чётному числу полувоплн.
- 2) В точке  $A$  будет наблюдаться минимум интерференции, так как разность хода равна нечётному числу полувоплн.
- 3) В точке  $A$  будет наблюдаться минимум интерференции, так как в эту точку волны приходят в противофазе.
- 4) В точке  $A$  будет наблюдаться минимум интерференции, так как разность хода равна чётному числу полувоплн.
- 5) В точке  $A$  будет наблюдаться максимум интерференции, так как в эту точку волны приходят в фазе.

Ответ:

17. К источнику тока присоединены два одинаковых резистора, соединённых параллельно (см. рис. 139). Как изменятся общее сопротивление цепи и напряжение на клеммах источника тока, если в схему добавить ещё один резистор, параллельно к двум имеющимся? ЭДС источника и внутреннее сопротивление считайте постоянными.

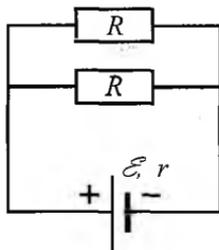


Рис. 139

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Напряжение на клеммах источника

18. Собирающая линза даёт увеличенное перевёрнутое изображение предмета, находящегося на расстоянии  $d$  от линзы. Фокусное расстояние линзы равно  $F$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) расстояние от изображения до предмета	1) $\frac{d^2}{F + d}$
Б) увеличение линзы	2) $\frac{F}{d}$
	3) $\frac{F}{d - F}$
	4) $\frac{d^2}{d - F}$

Ответ:

А	Б

19. Произошла следующая реакция:  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{12}^A\text{Si}$ . Чему равны зарядовое ( $Z$ ) и массовое ( $A$ ) числа кремния?

Заряд ядра $Z$	Массовое число $A$

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. На рисунке 140 изображена схема возможных значений энергии атомов газа. Атом находится в состоянии с энергией  $-2,6$  эВ. Какова минимальная энергия фотона, который сможет излучить этот атом?

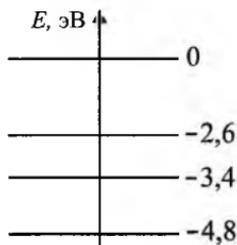


Рис. 140

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался жёлтый светофильтр, а во второй — синий. В каждом опыте измеряли напряжение запириания. Как изменяются напряжение запириания и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение запириания	Работа выхода

22. На рисунке 141 показан амперметр. Что будет показывать прибор, если сопротивление участка цепи уменьшится в 8 раз? Считать, что погрешность прямого измерения силы тока равна половине цены деления.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

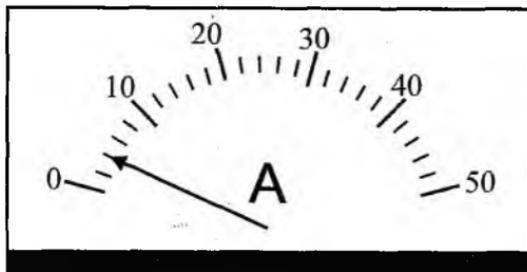


Рис. 141

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить силу тока через сопротивление  $R_1$  (см. рис. 142). Это можно сделать с помощью схемы...

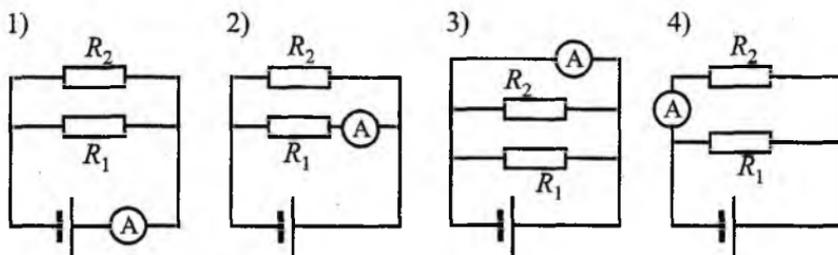


Рис. 142

Ответ: \_\_\_\_\_.

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. лет)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	9600	3	3	27
Капелла	5200	3	12	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
- 2) Температура на поверхности Прокциона в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.
- 3) Звёзды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию.
- 4) Звезда Вега относится к белым звёздам спектрального класса А.
- 5) Так как массы звёзд Веги и Капеллы одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Идеальный одноатомный газ в количестве  $\nu = 0,09$  моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой  $m = 5$  кг и площадью  $S = 25$  см<sup>2</sup>. Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па. В результате нагревания температура газа поднялась на  $\Delta T = 16$  К. На какое расстояние поднялся поршень? Ответ приведите в сантиметрах и округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

26. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Вычислите по этим данным максимальное значение силы тока в катушке. Ответ выразите в мА, округлив его до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27. На рисунке 143 показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ  $K$ , а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа  $K$ ? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

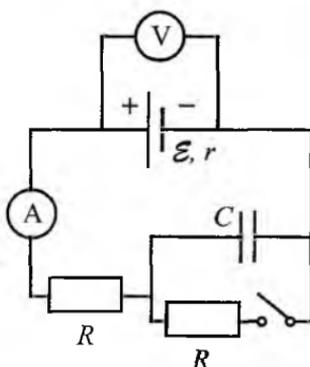


Рис. 143

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с вертикалью (см. рис. 144). К стержню на расстоянии 25 см от его правого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль горизонтальной составляющей силы упругости  $N$ , действующей на нижний конец стержня?

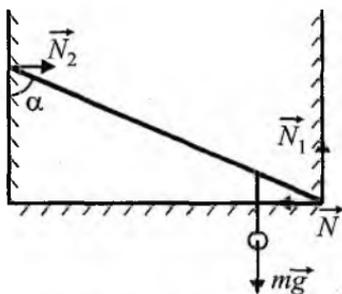


Рис. 144

29. Грузик массой 100 г начинает двигаться без трения с нулевой начальной скоростью из точки  $A$  по полый узкой трубке, имеющей форму половины окружности радиусом  $R$  (см. рис. 145). Какова сила давления грузика на трубку в точке на высоте  $h = R/2$ ?

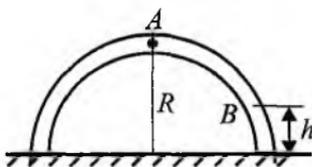


Рис. 145

30. Воздух с относительной влажностью 70 % находится в закрытом сосуде. Давление в сосуде 120 кПа. Не меняя температуры, воздух сжимают в 3 раза. Давление в сосуде после сжатия стало равным 300 кПа. Определите давление насыщенных паров воды при этой температуре. Ответ выразите в кПа и округлите до десятых.

31. На рисунке 146 показан вертикальный проволочный каркас в однородном горизонтальном магнитном поле величиной 2 Тл. Перемычка длиной 50 см и массой 200 г падает без трения вдоль вертикальных направляющих каркаса. Определите установившуюся скорость движения перемычки, если её падение происходит без нарушения электрического контакта, а общее электрическое сопротивление контура  $R = 5$  Ом.

32. Покоящийся атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6$  эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны  $\lambda = 80$  нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь. Ответ выразите в км/с и округлите до целых.

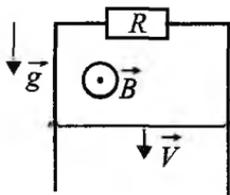


Рис. 146

## Вариант № 11

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Скорость камня, брошенного вертикально вверх, изменяется, как показано на графике (см. рис. 147). Найдите координату камня  $y$  через 2 с движения, считая начальную координату равной 10 м.

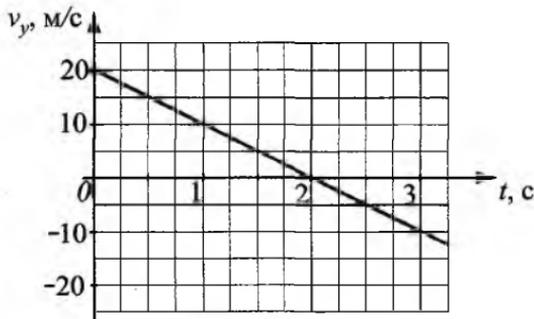


Рис. 147

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Вокруг планеты обращаются по круговым орбитам два спутника. Радиус орбиты первого спутника в 4 раза меньше радиуса орбиты второго спутника. Период обращения первого спутника равен 4 часа. Каков период обращения второго спутника?

Ответ: \_\_\_\_\_ ч.

3. Парашютист массой 75 кг равномерно опускается на парашюте со скоростью 4 м/с. Какую мощность развивает при этом сила сопротивления воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

4. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени так, как показано на рисунке 148. Жёсткость пружины 40 Н/м. Какова максимальная кинетическая энергия груза?

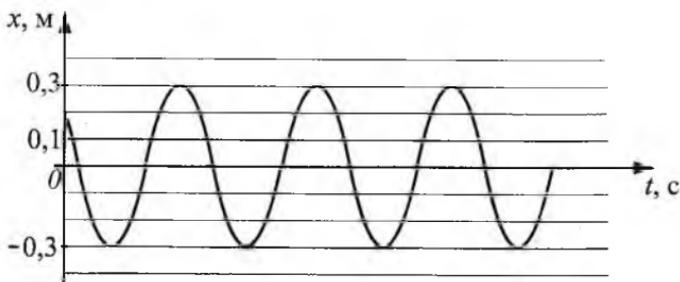


Рис. 148

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5. Тело движется вдоль оси  $Ox$ . На графике (см. рис. 149) представлена зависимость проекции скорости тела от времени.

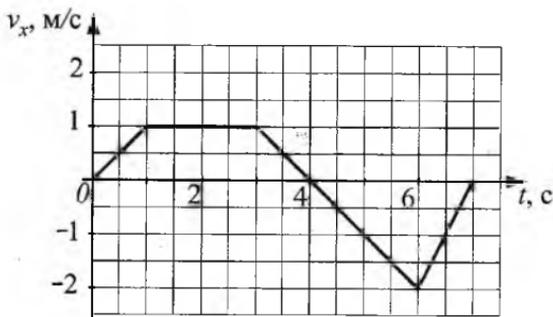


Рис. 149

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Работа равнодействующей всех сил, приложенных к телу в интервале времени от 1 с до 3 с, положительна.
- 2) В момент времени 7 с тело вернулось в исходную точку.
- 3) В интервале времени от 0 с до 4 с кинетическая энергия тела возрастала.
- 4) В интервале времени от 4 с до 6 с кинетическая энергия тела уменьшалась.
- 5) За всё время движения тело прошло путь 6 м.

Ответ:

6. На рычажных весах с помощью динамометра уравновешены груз и банка с водой (см. рис. 150). Нить заменяют на более длинную, в результате чего груз оказывается полностью погружённым в жидкость, не касаясь при этом дна сосуда. Как в результате изменяются следующие физические величины: сила натяжения нити, на которой подвешен груз, и сила давления жидкости на дно сосуда?

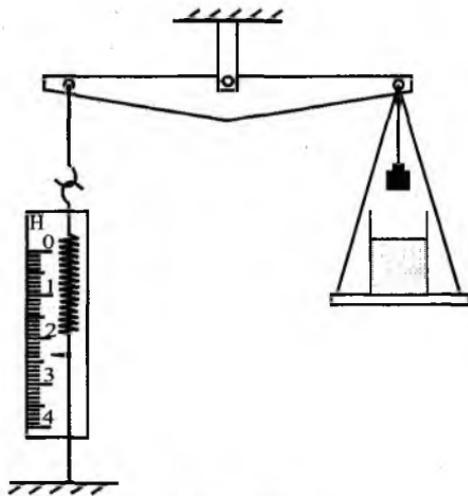


Рис. 150

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Сила давления жидкости на дно сосуда

7. Упругий мяч массой  $m$  подлетает к вертикальной стене со скоростью  $v$  под углом  $\alpha$  к нормали и отскакивает от неё. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) модуль изменения импульса мяча	1) $2mv \cos \alpha$
Б) работа силы упругости	2) $2mv \sin \alpha$
	3) $\frac{mv^2}{2}$
	4) 0

Ответ: 

А	Б

8. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости давления газа от температуры представлен на рисунке 151. Какому состоянию газа соответствует наименьшее значение объёма?

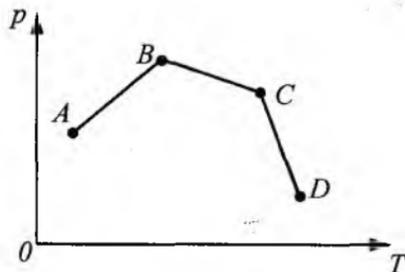


Рис. 151

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. На  $pT$ -диаграмме показан процесс изменения состояния одноатомного идеального газа (см. рис. 152). Газ совершает работу, равную 5 кДж.

Начальный объём газа 1 л. Чему равно количество теплоты, полученное газом?

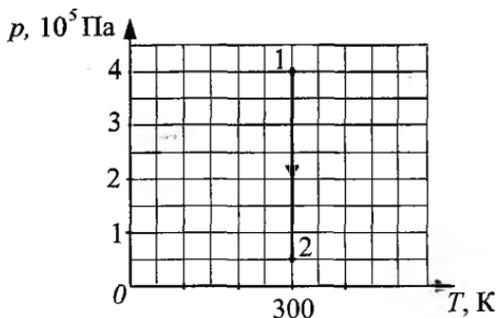


Рис. 152

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Днём при  $20^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха была 70%. Ночью температура понизилась. При какой температуре ночью выпадет роса? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^{\circ}\text{C}$	8	10	12	14	16	18	20
$\rho, \text{г/м}^3$	8,3	9,4	10,7	12,1	13,6	15,4	17,3

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

11. На  $pV$ -диаграмме (см. рис. 153) изображён процесс, осуществляемый над идеальным газом неизменной массы.

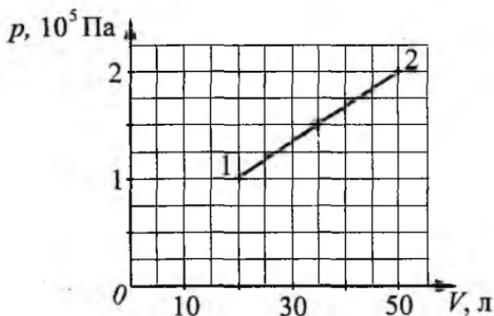


Рис. 153

На основании анализа диаграммы этого процесса выберите два верных утверждения и укажите их номера.

1) Процесс 1–2 — изотермический.

- 2) За всё время расширения газ совершает работу 1,5 кДж.
- 3) В процессе 1–2 работа внешних сил положительна.
- 4) Конечная температура в 5 раз выше начальной.
- 5) Работа газа в процессе 1–2 равна 4,5 кДж.

Ответ:

12. В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 молю каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если температура в сосуде поддерживалась неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшалось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов в сосуде

13. Напряжённость электрического поля, созданного в точке  $A$  двумя одинаковыми точечными положительными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , изображается вектором, обозначенным стрелкой с номером (см. рис. 154)...

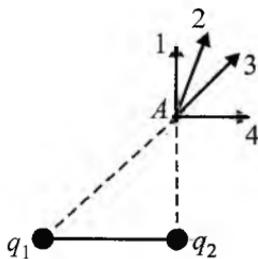


Рис. 154

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Резисторы соединены друг с другом по схеме, представленной на рисунке 155. Определите сопротивление цепи, если  $R = 1 \text{ Ом}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

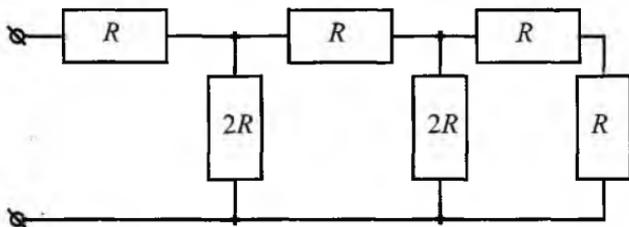


Рис. 155

15. Индуктивность колебательного контура  $L$  изменяется со временем  $t$  согласно зависимости, показанной на рисунке 156. Ёмкость  $C$  остаётся постоянной. Чему равна частота колебаний в момент времени  $t = 3$  с, если при  $t = 0$  с она равнялась 1 МГц?

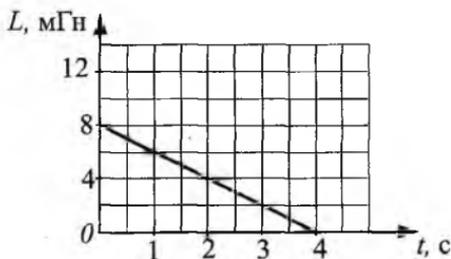


Рис. 156

Ответ: \_\_\_\_\_ МГц.

16. На рисунке 157 показано положение оптической оси собирающей линзы, её фокусов и предмета  $MN$ .

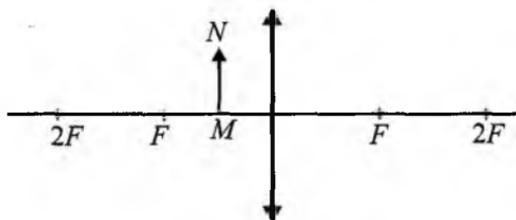


Рис. 157

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Изображение предмета действительное, прямое, увеличенное.
- 2) Изображение предмета нельзя увидеть на экране.

- 3) Изображение предмета мнимое, прямое, увеличенное.  
 4) Изображение предмета мнимое, прямое, уменьшенное.  
 5) Если предмет  $MN$  переместить за  $2F$ , то изображение на экране исчезнет.

Ответ:

17. Обкладки плоского воздушного конденсатора подсоединили к полюсам источника тока, а затем отсоединили от него. Что произойдёт с зарядом на обкладках конденсатора и разностью потенциалов между его обкладками, если между обкладками вставить пластину из органического стекла? Диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1, диэлектрическая проницаемость органического стекла равна 5.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд на обкладках конденсатора	Разность потенциалов между обкладками

18. Колебательный контур радиоприёмника, состоящий из катушки с индуктивностью  $L$  и конденсатора ёмкостью  $C$ , излучает некоторую длину волны  $\lambda$  ( $c$  — скорость света). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) резонансная циклическая частота контура $\omega$	1) $\frac{c}{2\pi\sqrt{LC}}$
Б) длина волны $\lambda$ , излучаемая контуром	2) $2\pi c\sqrt{LC}$
	3) $\sqrt{LC}$
	4) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$ , захватив нейтрон, не испытывает деления, а, претерпевая последовательно два бета-распада, превращается в новое ядро. Сколько нуклонов будет содержать дочернее ядро?

Ответ: \_\_\_\_\_.

20. На рисунке 158 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Переход с излучением фотона наименьшей длины волны изображён стрелкой...

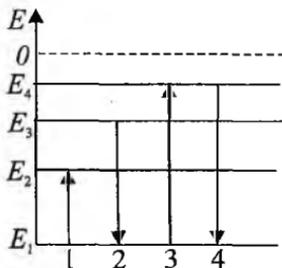


Рис. 158

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Монохроматический свет падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся фототок насыщения и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если длина волны падающего на металл света уменьшится, а его интенсивность не изменится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Фототок насыщения	«Красная граница» фотоэффекта

22. На рисунке 159 изображён вольтметр. Снимите показания прибора. Считать погрешность измерения равной половине цены деления прибора.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**



Рис. 159

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить напряжение на сопротивлении  $R_1$  (см. рис. 160). Это можно сделать с помощью схемы...

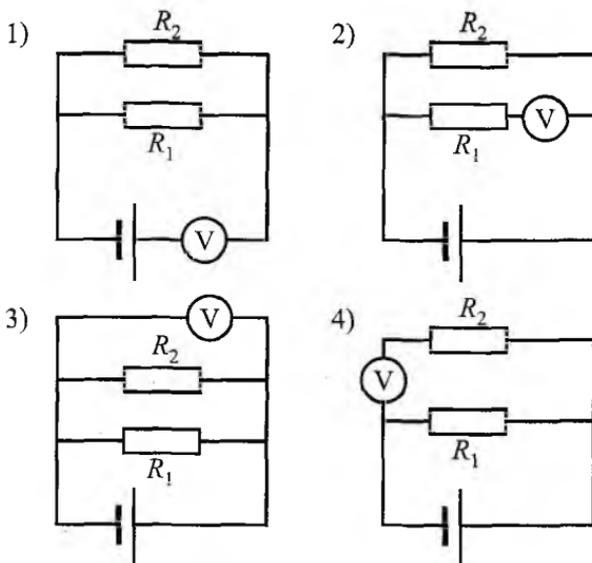


Рис. 160

Ответ: \_\_\_\_\_.

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Наименование спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~ 12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Масса Луны больше массы Ио.
- 2) Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно  $0,79 \text{ м/с}^2$ .
- 3) Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
- 4) Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно  $0,08 \text{ км/с}$ .
- 5) Период обращения Каллисто меньше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой  $M_B = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ , имеет температуру (у поверхности) около  $700 \text{ К}$  и давление  $90$  земных атмосфер. Для атмосферы Земли

температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

26. Дифракционная решётка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решётку перпендикулярно её плоскости направляют пучок монохроматического света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах и округлите до десятых. Считать  $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ мкм.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с циклической частотой  $\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ . Ёмкость  $C$  конденсатора колебательного контура можно плавно менять в пределах от 2,5 нФ до 1 мкФ, а индуктивность его катушки  $L = 0,04 \text{ Гн}$ . Ученик постепенно уменьшал ёмкость конденсатора от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре сначала возрастала, достигала некоего максимального значения и затем уменьшалась. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Определите путь, который осталось пройти телу до остановки.

29. На горизонтальной поверхности лежит брусок. В него попадает пуля массой 20 г, летящая горизонтально со скоростью 600 м/с. Пробив брусок насквозь, пуля движется в том же направлении со скоростью 300 м/с.

При коэффициенте трения, равном 0,4, брусок до остановки проходит путь 2 м. Определите массу бруска.

30. Сосуд объёмом 2 л с давлением воздуха в нём 300 кПа и температурой 300 К соединили с сосудом объёмом 6 л с давлением воздуха в нём 200 кПа и температурой 400 К. Определите, какая температура воздуха установится после этого. Тепловые потери отсутствуют.

31. Тонкий проводящий стержень равномерно вращается вокруг точки  $O$  перпендикулярно линиям однородного магнитного поля с индукцией  $B = 0,5$  Тл. Другой конец стержня касается при этом тонкого горизонтального проводящего кольца радиусом 20 см. Сопротивление резистора  $R$ , подключённого между точками  $O$  и  $O'$ , равно 4 Ом. Какова угловая скорость вращения стержня, если мощность сторонних сил в стержне равна 40 мВт? Сопротивление стержня, кольца, соединительных проводов и контактов пренебрежимо мало.

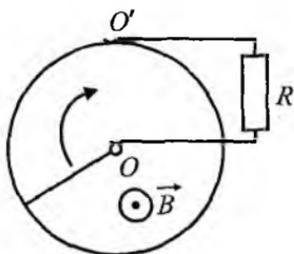


Рис. 161

32. На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см расположен стержень, один конец которого находится на расстоянии 17,9 см от линзы, а другой — на расстоянии 18,1 см. Определите увеличение изображения.

## Вариант № 12

## Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

1. Пробежав с постоянным ускорением по взлётной полосе 750 м, самолёт перед отрывом от земли имел скорость 270 км/ч. Сколько времени продолжался его разбег?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

2. Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке 162 пунктирной стрелкой. Вектор  $\vec{F}$  показывает силу притяжения астероида Землёй. По какой стрелке (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

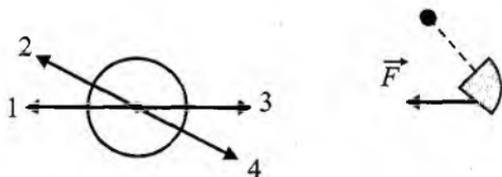


Рис. 162

Ответ: \_\_\_\_\_.

3. Автомобиль движется прямолинейно по горизонтальной дороге с постоянным ускорением. Для разгона из состояния покоя до скорости  $v$  двигатель совершил работу 1000 Дж. Какую работу должен совершить двигатель для разгона автомобиля от скорости  $v$  до скорости  $3v$ ? Бесполезными потерями энергии пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

4. Аэростат объёмом  $2000 \text{ м}^3$  наполнен водородом. Вес оболочки и гондолы 16 000 Н. Определите подъёмную силу аэростата. Плотность водорода

$0,09 \text{ кг/м}^3$ , а плотность воздуха  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

5. На рисунке 163 представлен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени.

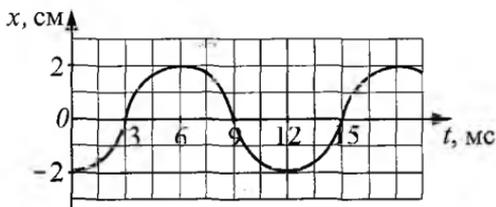


Рис. 163

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В интервале времени от 0 до 6 мс кинетическая энергия тела дважды была равна потенциальной.
- 2) В интервале времени от 6 мс до 12 мс скорость тела возрастала.
- 3) В начальный момент времени потенциальная энергия тела была минимальной.
- 4) Период колебаний кинетической энергии тела равен 6 мс.
- 5) Период колебаний потенциальной энергии тела равен 12 мс.

Ответ:

6. Тело массой  $m$  покоится на шероховатой наклонной опоре с углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис. 164). На него действуют три силы: сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила реакции опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Как изменятся сила реакции опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  при уменьшении угла наклона  $\alpha$ ?

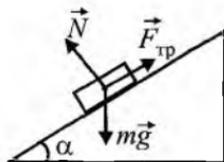


Рис. 164

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила реакции опоры	Сила трения

7. Цилиндрическое тело плотностью  $\rho$  и объёмом  $V$  находится внутри жидкости плотностью  $\rho_0$  так, что его основания параллельны поверхности жидкости. Верхнее основание находится на глубине  $h_1$ , нижнее основание — на глубине  $h_2$ . Площадь основания цилиндра равна  $S$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) разность сил давления жидкости на нижнее и верхнее основания	1) $\rho_0 g(h_2 - h_1)$ 2) $\rho_0 gV$
Б) давление жидкости на верхнее основание	3) $\rho_0 gSh_1$ 4) $\rho_0 gh_1$

Ответ: 

А	Б

8. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке 165. Если в состоянии 1 температура газа равна 100 К, то в состоянии 3 она станет равной...

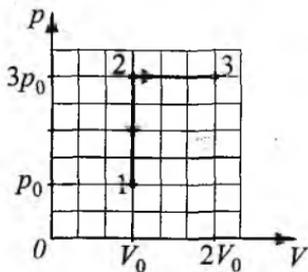


Рис. 165

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

9. При адиабатическом сжатии двух молей одноатомного идеального газа была совершена работа 500 Дж. На сколько повысилась температура идеального газа в ходе этого процесса?

Ответ: на \_\_\_\_\_ К.

10. При некоторой температуре давление насыщенного пара было в 1,25 раза больше, чем парциальное давление водяного пара. Чему равна относительная влажность воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На  $pV$ -диаграмме отображена последовательность трёх процессов (1–2–3) изменения состояния идеального газа (см. рис. 166).

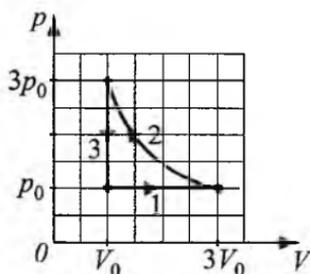


Рис. 166

На основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В процессе 3 газ получает тепло.
- 2) В процессе 2 работа внешних сил отрицательна.
- 3) В процессе 2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) Работа, совершённая газом в замкнутом цикле, отрицательна.
- 5) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.

Ответ:

12. Небольшое количество твёрдого вещества массой  $m$  стали нагревать в запаянной капсуле. На рисунке 167 показан график изменения температуры  $t$  вещества по мере поглощения им всё большего количества теплоты  $Q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

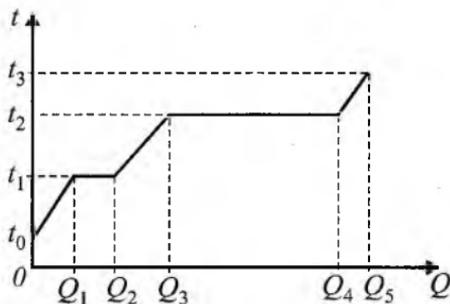


Рис. 167

Физические величины	Формулы
А) удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии	1) $\frac{Q_2}{m}$
Б) удельная теплота парообразования	2) $\frac{Q_2 - Q_1}{m}$
	3) $\frac{Q_1}{(t_1 - t_0)m}$
	4) $\frac{Q_4 - Q_3}{m}$

Ответ:

А	Б

13. Проводник с током расположен между полюсами постоянного магнита так, как показано на рисунке 168. Куда направлена (*вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на проводник с током? *Ответ запишите словом (словами).*

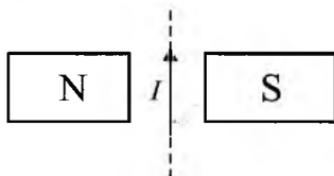


Рис. 168

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Два электрона *A* и *B* движутся в однородном магнитном поле, при этом векторы их скоростей  $\vec{v}_A$  и  $\vec{v}_B$  перпендикулярны вектору магнитной индук-

лии  $\vec{B}$ . Отношение кинетических энергий электронов  $\frac{E_A}{E_B} = 4$ . Найдите отношение радиусов их траекторий  $\frac{R_A}{R_B}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

15. В цепь переменного тока с частотой 400 Гц включена катушка индуктивностью 0,1 Гн. Какой ёмкости конденсатор надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ.

16. Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку. На линии экрана (см. рис. 169) наблюдается серия ярких красных пятен.

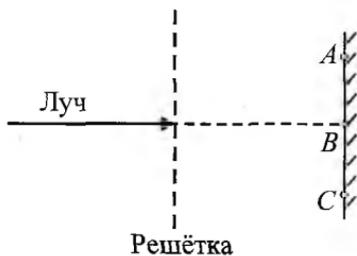


Рис. 169

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) При замене этой решётки на решётку с меньшим количеством штрихов на 1 мм пятно в точке  $B$  не сместится, остальные сдвинутся к нему.
- 2) При замене этой решётки на решётку с большим количеством штрихов на 1 мм пятно в точке  $B$  не сместится, остальные сдвинутся к нему.
- 3) При замене лазерного луча красного цвета на лазерный луч зелёного цвета пятно в точке  $B$  не сместится, остальные сдвинутся к нему.
- 4) При замене лазерного луча красного цвета на лазерный луч зелёного цвета пятно в точке  $B$  не сместится, остальные раздвинутся от него.
- 5) Картина при всех изменениях останется прежней.

Ответ:

17. По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения, и пропустили через него вдвое меньший ток. Как изменятся при этом следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и напряжение на нём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

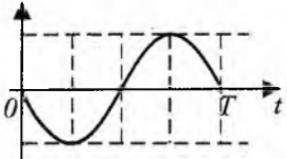
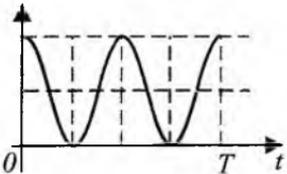
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность	Напряжение на резисторе

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом  $T$ . В момент  $t = 0$  заряд конденсатора максимален, а сила тока равна нулю. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) энергия заряженного конденсатора</li> <li>2) энергия катушки с током</li> <li>3) сила тока в контуре</li> <li>4) заряд на нижней обкладке конденсатора</li> </ol>

Ответ: 

А	Б

19. Ядро урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$ , поглощая нейтрон, испытывает деление на два более лёгких ядра (осколка) с испусканием двух нейтронов. Одним из осколков является ядро цезия  ${}_{55}^{140}\text{Cs}$ . Сколько протонов будет содержать ядро другого осколка?

Ответ: \_\_\_\_\_.

20. Длина волны излучения составляет  $4 \cdot 10^{-7}$  м. Чему равна энергия излучённого фотона? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\lambda$  — длина волны фотона,  $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) энергия фотона	1) $hc$
Б) масса фотона	2) $c\nu$
	3) $\frac{hc}{\lambda}$
	4) $\frac{h}{c\lambda}$

Ответ: 

А	Б

22. Для определения диаметра тонкого провода его намотали на круглый карандаш в один слой так, чтобы соседние витки соприкасались (см. рис. 170). Чему равен диаметр провода с учётом погрешности? Считать погрешность измерения линейкой равной 1 мм.

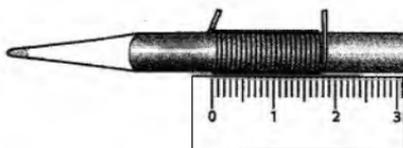


Рис. 170

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мм.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Были выдвинуты гипотезы, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы и от расстояния между линзой и предметом. Какие две пары опытов нужно провести для отдельной проверки этих двух гипотез?

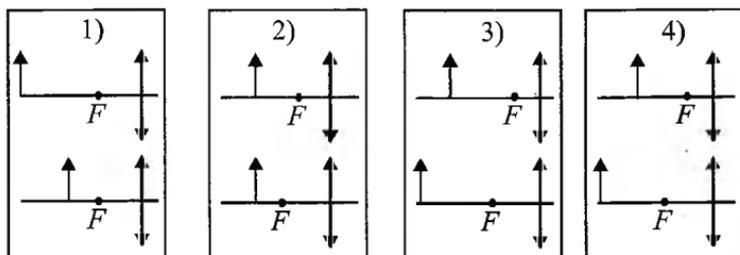


Рис. 171

Ответ: \_\_\_\_\_.

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан ( $\beta$ Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звёзды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.

- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура на поверхности Солнца в 2 раза ниже, чем на поверхности Альдебарана.
- 4) Звезда Ригель относится к красным звёздам спектрального класса М.
- 5) Звёзды Садр и Ригель относятся к различным спектральным классам.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи  $0,45\text{ А}$ . При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи  $0,225\text{ А}$ , а напряжение на лампе  $4,5\text{ В}$ . Найдите ЭДС гальванической батареи.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

26. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Амплитудное значение силы тока в первом контуре  $3\text{ мА}$ . Каково амплитудное значение силы тока во втором контуре, если период колебаний в нём в 3 раза больше, а максимальное значение заряда конденсатора в 6 раз больше, чем в первом?

Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (см. рис. 172а). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К

(см. рис. 172б)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

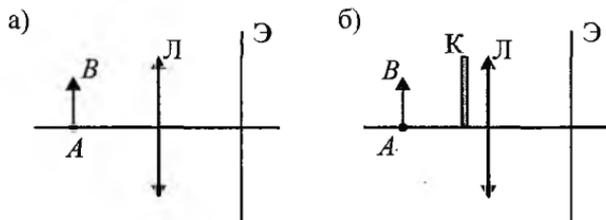


Рис. 172

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, достиг максимальной высоты 5 м и упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

29. Небольшое тело массой  $m$  скользит без трения по наклонному жёлобу, переходящему в «мёртвую петлю» (см. рис. 173). Сила давления шарика на жёлоб в точке  $A$ , находящейся на высоте  $1,5R$ , равна  $2,5mg$ . Радиус петли  $R = 15$  см. С какой высоты начало скользить тело?

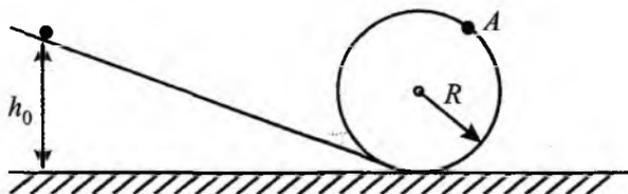


Рис. 173

30. 2 моль гелия совершает цикл, изображённый на  $pV$ -диаграмме (см. рис. 174). Участок 1–2 — изотерма, 2–3 — изобара, 3–1 — адиабата. Работа, совершаемая газом за цикл, равна 4 кДж. Разность температур

между состояниями 1 и 3 составляет 60 К. Какую работу (в кДж) совершает газ в изотермическом процессе? Ответ округлите до десятых долей числа.

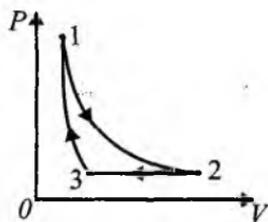


Рис. 174

31. В электрической цепи, показанной на рисунке 175, ЭДС источника тока равна 12 В; ёмкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ  $K$  замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

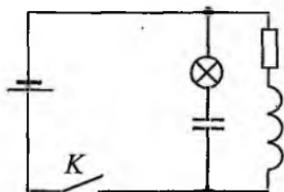


Рис. 175

32. Точечный источник света расположен на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии 30 см от линзы. На экране, расположенном перпендикулярно главной оптической оси на расстоянии 10 см от линзы, наблюдается световое пятно. Размеры пятна не изменятся, если экран переместить на расстояние 20 см от линзы. Найдите фокусное расстояние линзы.

## Вариант № 13

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется прямолинейно вдоль оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени (см. рис. 176). На сколько отличается пройденный телом путь от перемещения за 10 с?

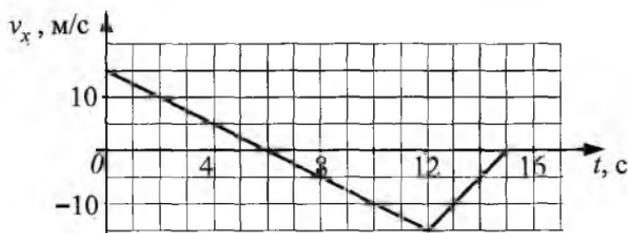


Рис. 176

Ответ: на \_\_\_\_\_ м.

2. График зависимости скорости от времени для груза массой 100 кг, который поднимают вверх с помощью троса, представлен на рисунке 177. Чему равен вес груза?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину жёсткостью 800 Н/м сжали на 5 см. Определите начальную скорость пули массой 20 г при выстреле под углом  $45^\circ$  к горизонту.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия рычага. Результаты, которые он получил, представлены в таблице.  $l_1$  и  $l_2$  — плечи сил. Какова сила  $F_2$ , если рычаг находится в равновесии?

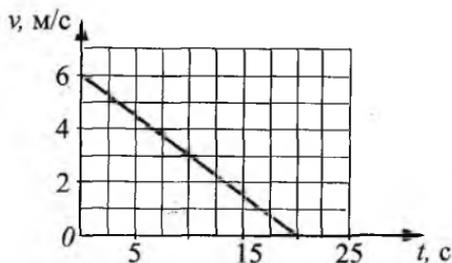


Рис. 177

$F_1$ , Н	$l_1$ , м	$F_2$ , Н	$l_2$ , м
40	0,4	?	0,8

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. На рисунке 178 представлен график изменения со временем кинетической энергии ребёнка на качелях.

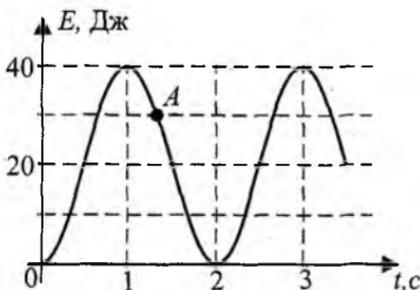


Рис. 178

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В момент времени, обозначенный на графике точкой А, его энергия взаимодействия с Землёй равна 30 Дж.
- 2) В момент времени 2 с отклонение качелей от положения равновесия было максимальным.
- 3) Период колебания качелей равен 2 с.
- 4) Период колебания качелей равен 4 с.
- 5) В течение одного периода колебаний качелей кинетическая энергия дважды равна потенциальной.

Ответ:

6. С помощью вóрота из колодца поднимают ведро с водой. Как изменятся скорость движения ведра и угловая скорость вращения точек на валу вóрота при замене вала вóрота на другой большего диаметра? Скорость движения рукоятки вóрота считать неизменной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость движения ведра	Угловая скорость вращения

7. Тело массой  $m$  бросили с высоты  $h$  под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v_0$  (см. рис. 179). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

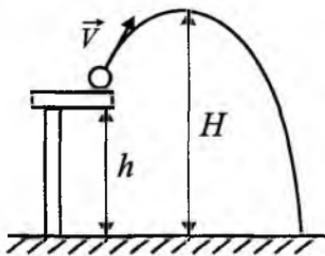


Рис. 179

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) Кинетическая энергия тела в нижней точке траектории	1) $\frac{mv_0^2}{2} + mgH$
Б) Работа силы тяжести при перемещении тела из начальной точки до нижней точки траектории	2) $\frac{mv_0^2}{2} + mgh$ 3) $mgH + mgh$ 4) $mgh$

Ответ:

А	Б

8. В одном из опытов стали закачивать воздух в сосуд, одновременно понижая температуру внутри сосуда. В конце опыта абсолютная температура внутри сосуда уменьшилась в 3 раза, а давление возросло в 2 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. Двум молям идеального одноатомного газа сообщили при изобарном расширении 8310 Дж теплоты. Определите изменение температуры газа.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

10. Какова относительная влажность, если температура воздуха равна 19 °С, а его точка росы равна 11 °С? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже. Ответ округлите до целых.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\rho, \text{ г/м}^3$	9,4	10,0	10,7	11,4	12,1	12,8	13,6	14,5	15,4	16,3

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул  $n$  пропорциональна давлению  $p$  (см. рис. 180). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

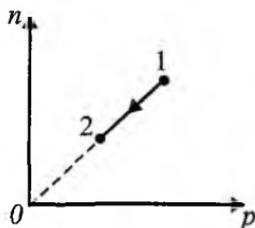


Рис. 180

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.

- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 2) Плотность газа уменьшается.
- 3) Абсолютная температура газа увеличивается.
- 4) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 5) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ:

12. На рисунке 181 показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа ( $U$  — внутренняя энергия газа,  $V$  — занимаемый газом объём). Как изменяются в ходе этого процесса абсолютная температура и давление газа?

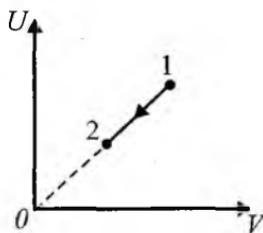


Рис. 181

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Давление газа

13. Электрон  $e$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ , перпендикулярную вектору индукции  $\vec{B}$  магнитного поля (см. рис. 182, крестик указывает направление движения электрона). Куда направлена (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на него сила Лоренца? *Ответ запишите словом (словами).*

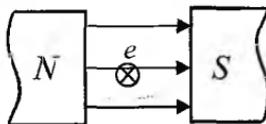


Рис. 182

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. К источнику тока подключили реостат. На рисунке 183 показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равен ток короткого замыкания источника?

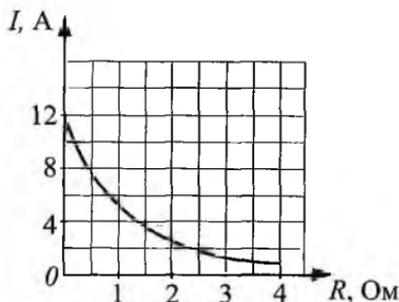


Рис. 183

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. В колебательном контуре происходят свободные гармонические колебания. Максимальный заряд конденсатора равен 1 мкКл, а максимальная сила тока 10 А. Определите частоту колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: \_\_\_\_\_ МГц.

16. В классическом опыте по дифракции пучок монохроматического света, прошедший через узкое отверстие *A*, освещает отверстия *B* и *C*, за которыми на экране возникает интерференционная картина (см. рис. 184).

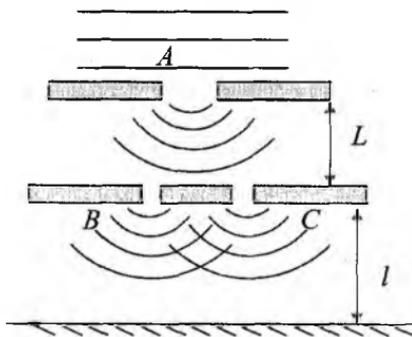


Рис. 184

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Если увеличить расстояние  $l$ , то расстояние между интерференционными полосами уменьшится.
- 2) Если увеличить расстояние  $l$ , то расстояние между интерференционными полосами увеличится.

- 3) Если приблизить друг к другу отверстия  $B$  и  $C$ , то расстояние между интерференционными полосами уменьшится.
- 4) Если приблизить друг к другу отверстия  $B$  и  $C$ , то расстояние между интерференционными полосами увеличится.
- 5) Если осветить отверстия светом с меньшей длиной волны, то расстояние между интерференционными полосами увеличится.

Ответ:

17. Луч света падает из воздуха на границу раздела «стекло — воздух». Как изменятся при уменьшении показателя преломления стекла следующие величины: длина волны света в стекле, угол полного внутреннего отражения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света в стекле	Угол полного внутреннего отражения

18. На рисунке 185 показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\mathcal{E}$  — ЭДС источника тока,  $r$  — внутреннее сопротивление источника тока,  $R$  — сопротивление резистора).

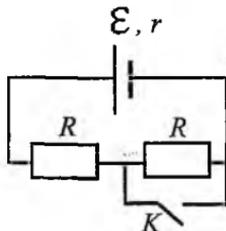


Рис. 185

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила тока через источник при замкнутом ключе $K$	1) $\frac{\mathcal{E}}{2R}$
Б) напряжение на клеммах источника при разомкнутом ключе $K$	2) $\frac{2R\mathcal{E}}{2R+r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$
	4) $\mathcal{E}$

Ответ: 

А	Б

19. Радиоактивный плутоний  ${}_{94}^{240}\text{Pu}$  испытал  $7\alpha$ - и  $3\beta$ -распада. Сколько нуклонов будет содержать получившееся новое ядро?

Ответ: \_\_\_\_\_.

20. Масса радиоактивного вещества равна 32 г. Какая масса вещества распадётся через сутки, если период полураспада этого вещества равен 6 часов?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

21. Для наблюдения фотоэффекта поверхность некоторого металла облучают светом, частота которого равна  $\nu$ . Затем частоту света уменьшают вдвое. Как изменятся следующие физические величины: работа выхода электрона, импульс вылетающих электронов? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода электрона	Импульс вылетающих электронов

22. На рисунке 186 показан опыт по определению размеров малых тел. Каково значение среднего размера зёрнышка крупы по результатам измерений? Погрешность измерения линейкой равна 1 мм.

Ответ: (\_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_) мм.

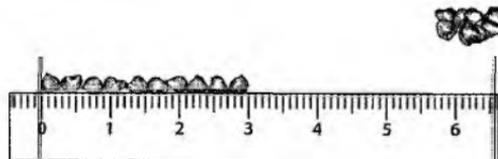


Рис. 186

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Тележки могут двигаться по горизонтальной плоскости практически без трения (см. рис. 187). Чтобы экспериментально обнаружить зависимость ускорения поступательно движущегося тела от его массы, нужно сравнить ускорения тележек, показанных на рисунке...

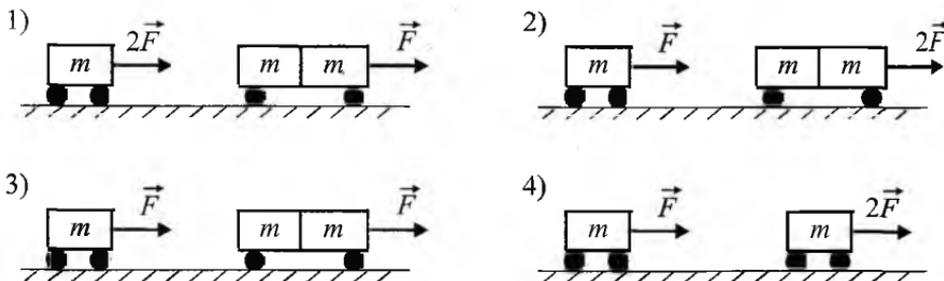


Рис. 187

Ответ: \_\_\_\_\_.

24. Рассмотрите таблицу элементов орбит некоторых астероидов.

Название	Большая, полуось, а.е.	Эксцентриситет	Наклонение орбиты, °
Дамокл	12	0,87	62
Харикло	16	0,17	23
Кибела	3,4	0,11	3,6
Касталия	1,1	0,48	8,9
Астрейя	2,6	0,19	5,4
Гектор	5,2	0,022	18
1992 QB1	44	0,066	2,2

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам приведённых астероидов.

- 1) Астероид Харикло движется между орбитами Сатурна и Урана.
- 2) Кибела, Касталия и Астрея — астероиды главного пояса.
- 3) Дамокл выше всех поднимается над плоскостью эклиптики.
- 4) В перигелии своей орбиты Гектор более чем в два раза ближе к Солнцу, чем в афелии.
- 5) Период обращения 1992 QB1 вокруг Солнца более 300 лет.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

### Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на  $5 \cdot 10^4$  Па. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объёме  $0,3 \text{ м}^3$ . Какое количество теплоты было отдано газом? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

26. Найдите внутреннее сопротивление источника напряжения с  $E = 9 \text{ В}$ , если через сопротивление  $R_1 = 3 \text{ Ом}$  протекает ток  $2 \text{ А}$ ,  $R_2 = 1 \text{ Ом}$  (см. рис. 188). Ответ дайте в миллиомах.

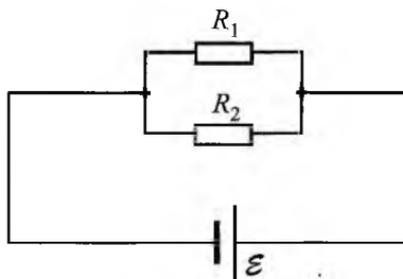


Рис. 188

Ответ: \_\_\_\_\_ мОм.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Вася и Петя нагревают одинаковое количество воды в одинаковых мензурках от температуры  $1^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$ , используя одинаковые нагреватели. Вася поместил свой нагреватель внизу мензурки, а Петя — вверху мензурки. Кто быстрее нагреет воду в указанном диапазоне? Зависимость плотности воды при невысоких температурах ( $0^\circ\text{C}$  —  $10^\circ\text{C}$ ) представлена на рисунке 189. При ответе приведите законы, на основании которых даны объяснения.

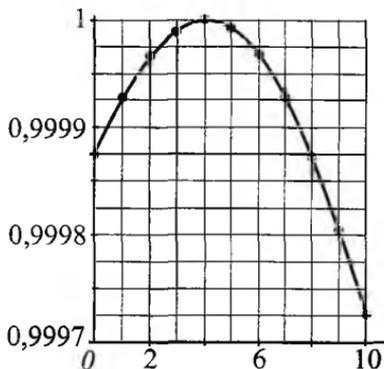


Рис. 189

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты со скоростью 3,4 км/с. Радиус планеты равен 3400 км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

29. Два одинаковых по размеру, но разных по массе шарика подвешены в одной точке на нитях равной длины. Один из шариков отклонили от вертикали на угол  $60^\circ$  и плавно отпустили. После удара налетающий шарик

остановился, а другой отклонился на угол  $45^\circ$ . Какая доля механической энергии системы была потеряна при ударе?

30. Идеальный одноатомный газ в количестве 2 моль совершает цикл Карно. При адиабатическом сжатии совершается работа 6 кДж. КПД цикла составляет 50%. Определите температуру нагревателя. Ответ выразите в К и округлите до целых.

31. Неподвижная горизонтальная положительно заряженная диэлектрическая пластина создаёт однородное электрическое поле напряжённостью 8 кВ/м. На неё с высоты 20 см падает с нулевой начальной скоростью шарик массой 20 г, заряженный положительно. Каков заряд шарика (в мкКл), если он при абсолютно неупругом ударе передал пластине импульс  $2 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с? Ответ округлите до целых.

32. Надо сфотографировать автомобиль, движущийся перпендикулярно линии наблюдения со скоростью 54 км/ч. Размытость контура изображения на плёнке не должна превышать 50 мкм. Каким должно быть время экспозиции, если фокусное расстояние объектива равно 40 мм, а фотографирование производится с расстояния 10 м? Ответ выразите в мс и округлите до сотых.

## Вариант № 14

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Вагон движется с постоянной по модулю скоростью по рельсам, проложенным по дуге окружности радиусом 100 м. Ускорение вагона при этом составляет  $0,25$  м/с<sup>2</sup>. За какое время поезд пройдёт путь, равный 150 м?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

2. Результаты эксперимента по определению зависимости длины резинового жгута от модуля приложенной к нему растягивающей силы представлены в таблице. Какова жёсткость жгута по результатам эксперимента?

$l$ , см	30	40	50	60	70
$F$ , Н	0	1	2	3	4

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

3. Автомобиль, имеющий массу 800 кг, трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит 20 м за 2 с. Найдите мощность, которую развивает автомобиль в конце пути.

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

4. Цилиндр высотой 50 см заполнен до краёв водой. На расстоянии 20 см от дна в цилиндре вмонтирован кран с площадью поперечного сечения  $1 \text{ см}^2$ . С какой силой вода давит на кран?

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

5. На рисунке 190 приведена зависимость скорости движущегося тела от времени.

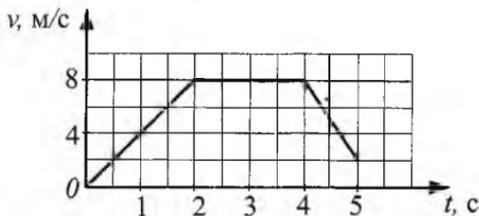


Рис. 190

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Ускорение движущегося тела при разгоне и торможении одинаково по модулю.
- 2) Путь, пройденный телом от 0 до 2 с, равен пути, пройденному от 2 с до 4 с.
- 3) Средняя скорость на всём пути была равна 8 м/с.
- 4) В интервале времени от 4 с до 5 с работа всех сил, действующих на тело, отрицательна.
- 5) В интервале времени от 2 с до 4 с равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю.

Ответ:

6. При переходе из одной среды в другую скорость распространения звуковой волны увеличивается в 2 раза. Как изменятся при этом период колебаний частиц в волне и длина волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Длина волны

7. Пуля массой  $m$ , летящая со скоростью  $v$  под углом  $\alpha$  к горизонту, попадает в мешок с песком массой  $M$ , лежащий на гладком горизонтальном столе, и застревает в нём (см. рис. 191). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

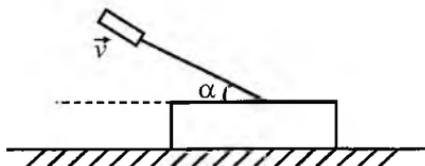


Рис. 191

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) импульс системы «пуля + мешок» после удара	1) $\frac{mv^2}{2}$
Б) доля энергии, перешедшей в тепло	2) $mv \cos \alpha$
	3) $1 - \frac{m \cos^2 \alpha}{m + M}$
	4) $(m + M)v \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8. При какой температуре молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как и молекулы гелия при  $-73\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

9. В идеальной тепловой машине абсолютная температура нагревателя в пять раз больше температуры холодильника. Найдите отношение работы, совершённой за один цикл газом, к количеству теплоты, переданному за один цикл нагревателем газу.

Ответ: \_\_\_\_\_.

10. В закрытом сосуде вместимостью 5 л находится ненасыщенный водяной пар массой 103 мг. При какой температуре пар будет насыщенным? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^{\circ}\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\rho, \text{г/м}^3$	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,3	19,4	20,6	21,8

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

11. На  $pV$ -диаграмме изображён циклический процесс, осуществляемый над идеальным газом неизменной массы.

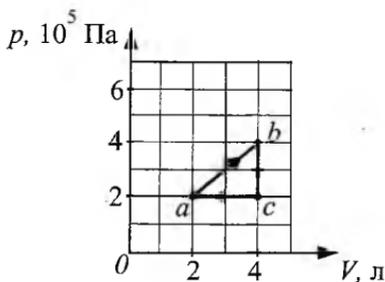


Рис. 192

На основании анализа диаграммы этого процесса выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Газ получает тепло на участках  $a - b$  и  $b - c$ .
- 2) На участке  $a - b$  газ совершает работу 600 Дж.
- 3) На участке  $a - b$  внутренняя энергия газа постоянна.
- 4) В процессе  $b - c$  газ отдаёт тепло.
- 5) Количество теплоты, полученное газом в процессе  $c - a$ , идёт только на совершение работы.

Ответ:

12. Лёд, взятый при  $0^\circ\text{C}$ , тает и превращается в воду. Как при этом изменятся объём вещества и потенциальная энергия взаимодействия его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём вещества	Потенциальная энергия взаимодействия молекул

13. Магнит выводят из кольца так, как изображено на рисунке 193. В кольце возникает индукционный ток, направление которого показано на рисунке. Какой полюс магнита (*южный, северный, положительный, отрицательный*) ближе к кольцу? *Ответ запишите словом (словами).*

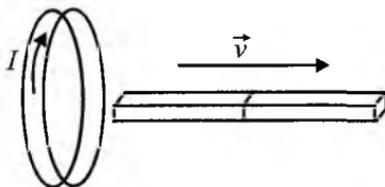


Рис. 193

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Если заряженный до напряжения 300 В конденсатор ёмкостью 50 мкФ соединить параллельно с незаряженным конденсатором ёмкостью 100 мкФ, то на втором конденсаторе появится заряд, равный ...

Ответ: \_\_\_\_\_ мКл.

15. Электрический колебательный контур содержит катушку индуктивности 10 мГн, конденсатор ёмкостью 880 пФ и подсоединённый параллельно подстроечный конденсатор ёмкостью 20 пФ. Какова частота незатухающих колебаний в контуре? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кГц.

16. Контур  $ABCD$  находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости контура от наблюдателя (см. рис. 194).

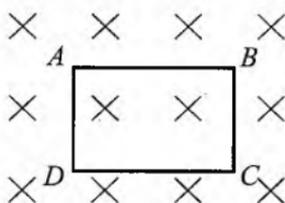


Рис. 194

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Если перемещать контур поступательно в плоскости рамки, сохраняя перпендикулярность линиям индукции, в контуре возникнет индукционный ток.
- 2) Если контур вращать вокруг стороны  $AB$ , в контуре возникнет ЭДС индукции.
- 3) Если величину магнитного поля увеличивать с постоянной скоростью, то в контуре будет течь постоянный ток.
- 4) Если величину магнитного поля увеличивать с постоянной скоростью, то сила индукционного тока будет расти с течением времени.
- 5) Если контур вращать вокруг стороны  $AB$ , ЭДС индукции будет равна нулю.

Ответ:

17. Предмет находится перед собирающей линзой между фокусным и двойным фокусным расстоянием. Как изменятся линейный размер изображения предмета и оптическая сила линзы при перемещении предмета на расстояние больше двойного фокусного ( $d > 2F$ )?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Линейный размер изображения	Оптическая сила линзы

18. Резистор с сопротивлением  $R$  подключён к источнику тока с внутренним сопротивлением  $r$ . Сила тока в цепи равна  $I$ . Чему равны ЭДС источ-

ника и напряжение на его выводах? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) ЭДС источника	1) $Ir$
Б) напряжение на выводах источника	2) $IR$
	3) $I(R + r)$
	4) $\frac{IR^2}{r}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

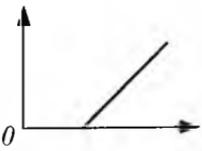
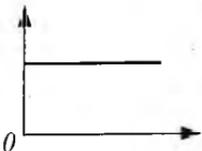
19. Известно, что в электронной оболочке нейтрального атома изотопа X содержится 30 электронов, а в атомном ядре содержится 36 нейтронов. Каков порядковый номер атомного ядра этого изотопа в таблице Менделеева?

Ответ: \_\_\_\_\_.

20. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля при увеличении заряда частицы в 2 раза и уменьшении её скорости в 2 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

21. На металлическую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. Установите соответствие между графиками и зависимостями физических величин, которым эти графики могут соответствовать.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего излучения</p> <p>2) зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего излучения</p> <p>3) зависимость величины запирающего напряжения от частоты падающего света</p> <p>4) зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от интенсивности падающего излучения</p>

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на рисунке 195. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Как правильно записать результаты измерения?

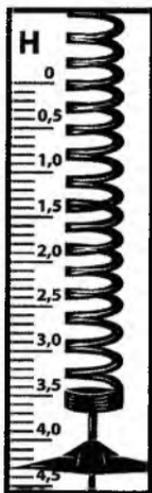


Рис. 195

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Н.

***В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта (см. рис. 196) нужно провести для такого исследования?

Ответ: 

--	--

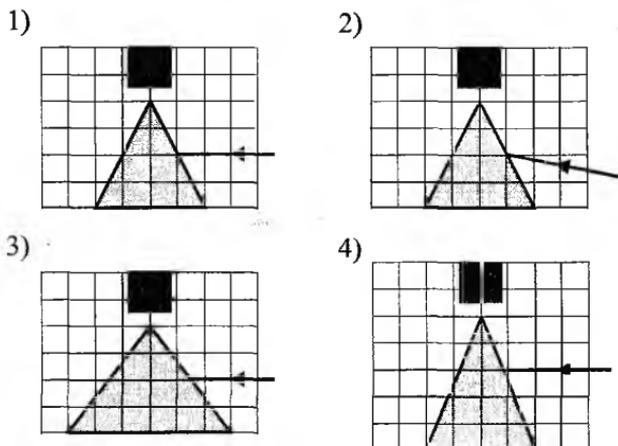


Рис. 196

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Наименование спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~ 12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Каллисто.
- 2) Объём Тритона почти в 2 раза меньше объёма Титана.
- 3) Масса Титана больше массы Каллисто.
- 4) Ускорение свободного падения на Ио составляет примерно  $1,82 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Первая космическая скорость для Европы примерно равна  $1,64 \text{ км/с}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В двух теплоизолированных баллонах объёмом  $V_1 = 20$  л и  $V_2 = 30$  л, соединённых трубкой с краном, находится один и тот же идеальный газ при одинаковых давлениях, но разных температурах  $T_1 = 400$  К и  $T_2 = 300$  К. Определите температуру, которая установится в баллонах, если кран открыть. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

26. Горизонтально расположенный проводник движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения. При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении  $8 \text{ м/с}^2$  проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Какова длина проводника?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Две одинаковые проводящие пластины расположены вертикально и параллельно друг другу. На левой пластине находится заряд  $q$ , а на правой — заряд  $3q$ . Определите, как распределится заряд на левой и правой плоскостях пластин. Нарисуйте картину силовых линий электрического поля пластин. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните полученную картину.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Тело массой 990 г лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля массой 10 г и застревает в нём. Скорость пули равна 700 м/с и направлена горизонтально. Какой путь пройдёт тело до остановки? Коэффициент трения между телом и поверхностью 0,05.

29. В покоящийся клин массой 200 г попадает летящая горизонтально со скоростью 400 м/с пуля массой 10 г. В результате абсолютно упругого удара пуля отскакивает вертикально вверх. Определите высоту, на которую поднимется пуля, если клин в результате удара двигался без трения.

30. Вертикально расположенный цилиндр, закрытый с обоих концов, разделён тяжёлым теплонепроницаемым поршнем на две части. Обе части сосуда содержат одинаковое количество воздуха. Температура воздуха в обеих частях сосуда составляет 400 К, давление при этом в нижней части сосуда больше давления в верхней части в 2 раза. До какой температуры следует нагреть воздух в нижней части сосуда, чтобы объёмы частей сосуда стали одинаковыми?

31. В области  $y > 0$  индукция однородного магнитного поля равна 20 мТл, а в области  $y < 0$  она составляет 40 мТл, причём векторы магнитного поля направлены по оси  $z$ . Протон стартует из начала координат со скоростью 800 м/с, направленной по оси  $y$ . В дальнейшем частица смещается (дрейфует) вдоль оси  $x$ . Вычислите скорость этого дрейфа. Ответ округлите до целых.

32. Электромагнитное излучение длиной волны 0,3 мкм падает на фотоэлемент, находящийся в режиме насыщения. При мощности электромагнитного излучения 1 Вт сила тока насыщения фотоэлемента равна 4,8 мА. Какое число фотонов приходится на каждый вылетевший фотоэлектрон?

## Вариант № 15

## Часть I

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело начинает движение из состояния покоя (см. рис. 197). Используя график зависимости ускорения тела от времени, найдите скорость тела через 5 с после начала движения.

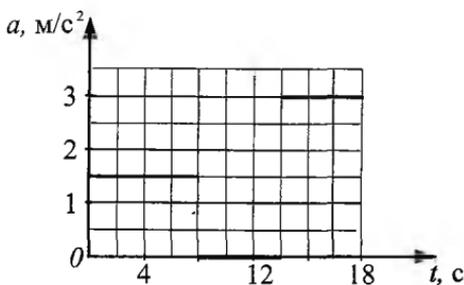


Рис. 197

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Чему равен коэффициент трения между колёсами автомобиля и дорогой, если при начальной скорости 10 м/с автомобиль проходит до остановки путь 25 м?

Ответ: \_\_\_\_\_.

3. Пуля массой 0,01 кг, летящая горизонтально со скоростью 550 м/с, падает в неподвижный брусок массой 0,99 кг, находящийся на горизонтальной поверхности, и застревает в нём. Какое расстояние пройдёт брусок с пулей до полной остановки? Коэффициент трения между поверхностью и бруском равен 0,05.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

4. Тело, прикрепленное к двум пружинам жёсткостью 100 Н/м и 200 Н/м (см. рис. 198а), совершает колебания с частотой 0,5 Гц. Чему будет равен период колебаний этого же тела, если пружины соединить, как показано на рисунке 198б? Ответ округлите до сотых.

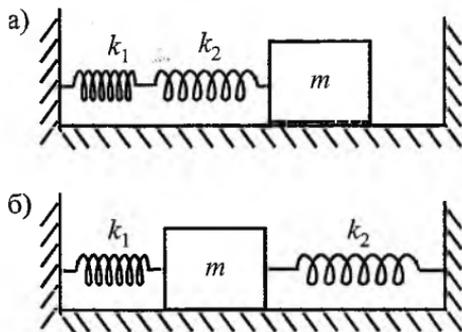


Рис. 198

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5. На рисунке 199 представлен график движения тела, совершающего свободные незатухающие колебания.

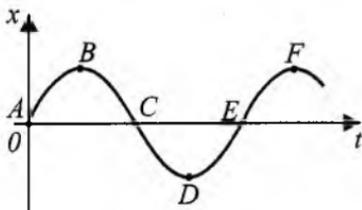


Рис. 199

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) В точке *B* скорость тела равна нулю.
- 2) В точке *B* скорость тела максимальна.
- 3) Для всех точек скорость тела не меняется.
- 4) В точке *C* ускорение тела максимально.
- 5) В точке *C* ускорение тела равно нулю.

Ответ:

6. Тело брошено под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Как изменятся максимальная высота подъёма и скорость, с которой тело

упадёт на землю, если скорость броска увеличить, а угол броска сделать равным  $60^\circ$ ? Движение считать свободным падением.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная высота	Скорость падения

7. Груз массой  $m$ , подвешенный к пружине с жёсткостью  $k$ , совершает свободные гармонические колебания с амплитудой  $A$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) частота колебаний	1) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
Б) максимальная скорость колебаний	2) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
	3) $A\sqrt{\frac{k}{m}}$
	4) $\frac{1}{A}\sqrt{\frac{m}{k}}$

Ответ:

А	Б

8. Пузырёк воздуха поднимается со дна водоёма на поверхность. Во сколько раз увеличится объём пузырька, если глубина водоёма равна 10 м? Температура воды в водоёме одинакова по всей глубине.

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На рисунке 200 представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объёма. По данным графика найдите изменение внутренней энергии газа.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

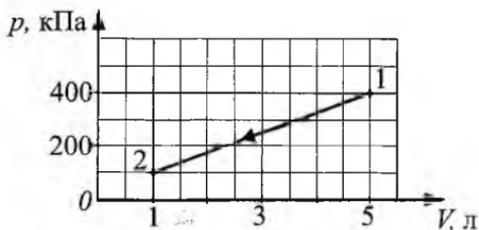


Рис. 200

10. Показания «сухого» термометра равно  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а показания «влажно-го» равно  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ . По этим данным при помощи психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха.

<b>Психрометрическая таблица</b>											
Показания сухого термо- метра, $^{\circ}\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометра, $^{\circ}\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
1	100	83	65	48	32	16	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
3	100	84	69	54	39	24	10	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
5	100	86	72	58	45	32	19	6	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
7	100	87	74	61	49	37	26	14	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
11	100	88	78	66	56	46	36	26	17	8	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 201 представлен график зависимости давления идеального газа от температуры.

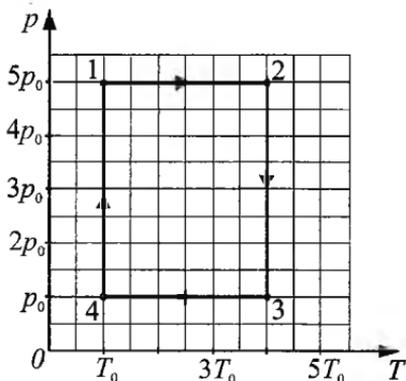


Рис. 201

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Изменение внутренней энергии на участке 3–4 равно нулю.
- 2) Изменение внутренней энергии на участке 4–1 равно нулю.
- 3) Работа газа на участке 3–4 положительна.
- 4) Работа газа на участке 1–2 положительна.
- 5) Работа газа на замкнутом участке 1–2–3–4–1 равна нулю.

Ответ:

12. Идеальный газ находится в баллоне при некотором давлении. В баллоне появляется отверстие, через которое газ начинает свободно выходить. При этом к газу подводится количество теплоты таким образом, что давление газа в баллоне остаётся постоянным. Как изменятся концентрация частиц газа в баллоне и средняя кинетическая энергия одной частицы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация частиц газа	Средняя кинетическая энергия частицы

13. В однородном магнитном поле находится горизонтально подвешенный проводник, по которому протекает электрический ток (см. рис. 202). В ка-

кую сторону будет отклоняться проводник (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*). Ответ запишите словом (словами).

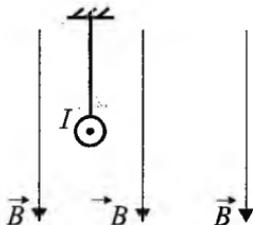


Рис. 202

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Два одинаковых шарика имеют заряды  $q$  и  $5q$  соответственно. Они расположены на расстоянии  $r_1$  друг от друга. Шарики приводят в соприкосновение и разносят на расстояние  $r_2 = 0,5r_1$ . Во сколько раз изменилась сила электростатического взаимодействия этих шариков?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (-а).

15. В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл, находится плоская прямоугольная рамка площадью  $0,03 \text{ м}^2$  (см рис. 203). Вначале плоскость рамки составляет угол  $30^\circ$  с вектором магнитной индукции. Затем рамку развернули так, что вектор индукции стал перпендикулярен плоскости рамки. При этом через рамку прошёл заряд  $3 \text{ мКл}$ . Найдите сопротивление рамки.

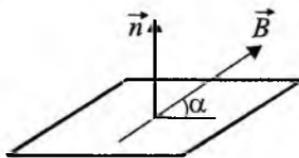


Рис. 203

Ответ: \_\_\_\_\_ мОм.

16. Виток провода подключён к реостату и источнику питания (см рис. 204). Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Индукция магнитного поля в точке  $A$  всегда равна нулю.
- 2) При плавном переводе ручки реостата из положения 1 в положение 2 возникает индукционный ток, направленный по часовой стрелке.

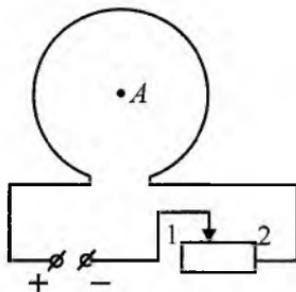


Рис. 204

- 3) При плавном переводе ручки реостата из положения 1 в положение 2 возникает индукционный ток, направленный против часовой стрелки.
- 4) Когда ползунок реостата не движется, индукция магнитного поля в точке  $A$  направлена к нам.
- 5) Когда ползунок реостата не движется, индукция магнитного поля в точке  $A$  направлена от нас.

Ответ:

17. Между пластинками плоского воздушного конденсатора, подключённого к источнику питания, медленно вводят диэлектрическую пластинку (см. рис. 205). Как при этом изменятся ёмкость конденсатора и заряд на его обкладках?

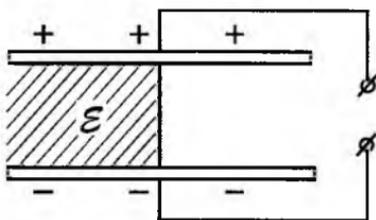


Рис. 205

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Заряд на обкладках
----------------------	--------------------

18. Частица массой  $m$  и зарядом  $q$  влетает со скоростью  $v$  в магнитное поле с индукцией  $B$  под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис. 206). Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

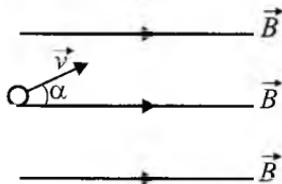


Рис. 206

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) период вращения частицы	1) $\frac{2\pi m}{qB} v \cos(\alpha)$
Б) шаг спирали траектории частицы	2) $\frac{2\pi m}{qB} v \sin(\alpha)$
	3) $\frac{2\pi m}{qB}$
	4) $\frac{2\pi v}{B}$

Ответ: 

А	Б

19. Определите состав ядра атома стронция  $^{90}_{38}\text{Sr}$ .

Количество протонов	Количество нейтронов
---------------------	----------------------

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. На рисунке 207 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Излучению фотона, имеющего наибольшую длину волны, соответствует переход под номером...

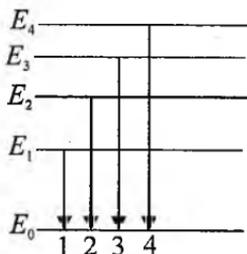


Рис. 207

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. На рисунке 208 представлена вольт-амперная характеристика зависимости силы фототока от поданного напряжения. Укажите точки на графике, соответствующие представленным физическим величинам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

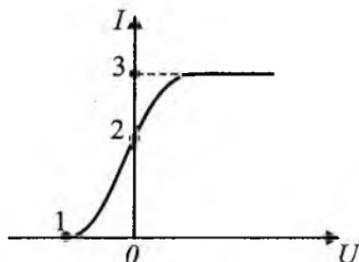


Рис. 208

Физические величины	Точки на графике
А) запирающее напряжения	1) 1
Б) сила тока насыщения	2) 2
	3) 3
	4) нет такой точки

Ответ:

А	Б

22. Определите температуру воздуха, полученную в результате прямых измерений стрелочным термометром (см. рис. 209). Погрешность измерений равна половине цены деления шкалы прибора.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °С.

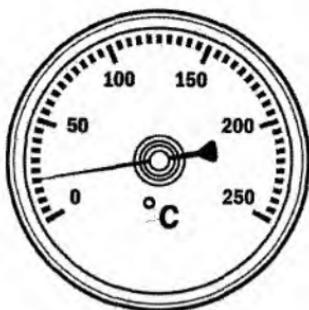


Рис. 209

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость количества теплоты, отданного телом при охлаждении, от тепловых свойств вещества этого тела. Для этого собрали установку, состоящую из ёмкости с водой, нагретой до температуры  $10^{\circ}\text{C}$ , и термометра. Металлические шарики нагретой до одинаковой температуры и опускают в воду. Какие два шарика нужно использовать для проведения этого опыта (см. рис. 210)?

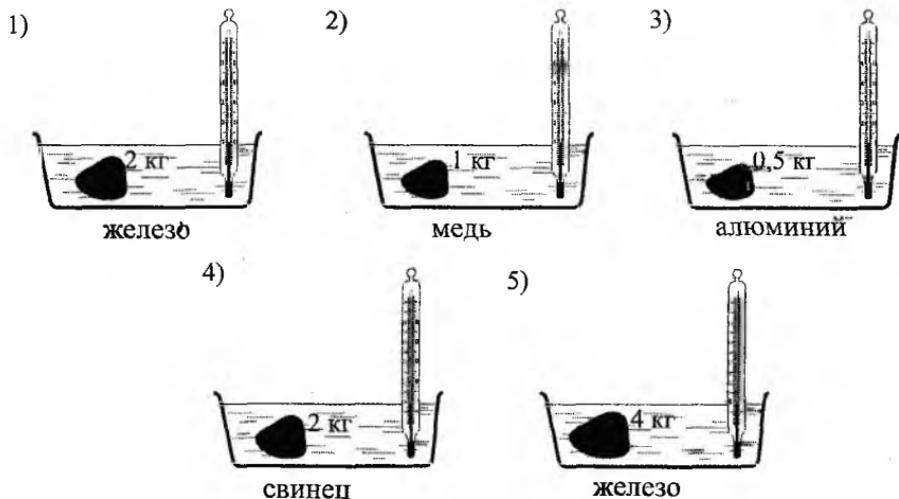


Рис. 210

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о спутниках планет, и выберите два верных утверждения.

Наименование спутника	Название соотв. планеты	Период обращения (в сутках)	Радиус (в км)	Радиус орбиты (в тыс. км)
Луна	Земля	27	1738	384
Ио	Юпитер	1,8	1815	422
Ганимед	Юпитер	7,1	2631	1070
Европа	Юпитер	3,5	1569	671
Титан	Сатурн	16	2575	1222
Рея	Сатурн	4,5	760	527
Титания	Уран	8,7	395	436
Оберон	Уран	13,5	380	583

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам спутников планет, и укажите их номера.

- 1) Орбита Ио расположена ближе к Юпитеру, чем орбита Ганимеда.
- 2) Спутники Титан и Рея движутся вокруг Сатурна с примерно одинаковой средней орбитальной скоростью.
- 3) Средняя орбитальная скорость Титана меньше средней орбитальной скорости Реи.
- 4) Луна и Ио делают один полный оборот вокруг своей планеты за примерно одинаковый промежуток времени.
- 5) Самым крупным спутником Юпитера является Ганимед.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. В сосуд, содержащий лёд массой 3 кг при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , помещают стальной брусок массой 2 кг при некоторой температуре. Если после

установления теплового равновесия масса льда стала равна 2,8 кг, то температура бруска изначально была равна ... °С. Теплоёмкостью сосуда пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

26. Число фотонов, излучаемое лазерной указкой за 2 секунды, равно  $1,5 \cdot 10^{16}$ . Мощность излучения указки равна 2 мВт. Найдите частоту излучения указки.

Ответ: \_\_\_\_\_  $10^{14}$  Гц.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. Бытовой холодильник за счёт работы, совершаемой компрессором, забирает из внутренней части количество теплоты и передаёт её во внешнюю среду. В изолированной комнате оставили открытой дверь работающего холодильника. Как с течением времени менялась температура воздуха в комнате? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Ящик массой 10 кг начинают перемещать по полу, прикладывая к нему силу 50 Н, направленную под углом 30° вниз к горизонту. Коэффициент трения между ящиком и поверхностью равен 0,15. Пройдя какое расстояние, ящик разгонится до скорости 10 м/с? Начальная скорость равна нулю. Ответ округлите до десятых.

29. Материальная точка движется равномерно по окружности со скоростью 11 м/с. Изменение импульса материальной точки за два с половиной периода равно 66 кг · м/с. Чему равна масса этой материальной точки?

30. В запаянной с одного конца трубке находится воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной 76 мм. Когда трубка лежит го-

ризонгально, относительная влажность воздуха в ней равна 80 %. Какой станет относительная влажность этого воздуха, если трубку поставить вертикально открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст., температуру считать постоянной.

**31.** Математический маятник состоит из шарика массой 0,1 г, имеющего электрический заряд 160 нКл, и шёлковой нити длиной 36 см. Найдите период колебаний этого маятника, если его поместить в однородное электрическое поле напряжённостью 25 кВ/м. Векторы напряжённости направлены вертикально вверх.

**32.** Небольшое заряженное  $q_1$  тело начинает скользить без трения по наклонной плоскости с высоты 30 см. Заряд тела равен 2 мкКл, угол наклона плоскости к горизонту равен  $30^\circ$ . У основания наклонной плоскости закреплён точечный заряд  $q_2 = -2$  мкКл. Когда тело оказалось на расстоянии 20 см от заряда  $q_2$ , его кинетическая энергия стала равной 220 мДж. Определите массу тела.

## Вариант № 16

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 211 представлен график зависимости скорости тела от времени. Найдите среднюю скорость движения тела за 15 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. На горизонтальную поверхность влетает шайба, имеющая скорость 10 м/с. Коэффициент трения между шайбой и поверхностью равен 0,05. Пройдя какое расстояние шайба остановится?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

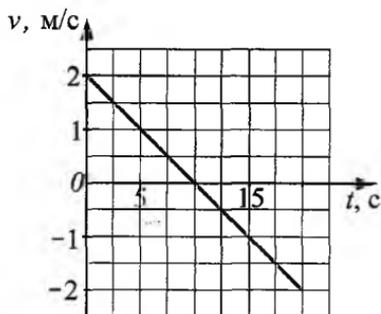


Рис. 211

3. Шарик массой 0,1 кг движется по горизонтальной поверхности со скоростью 15 м/с вслед за другим шариком массой 0,15 кг, движущимся со скоростью 5 м/с в том же направлении. Какое количество теплоты выделится после абсолютно неупругого столкновения этих шариков?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Брусек объёмом 2 м<sup>3</sup> плавает в воде, погрузившись на 80 % своего объёма. Груз какой массы можно положить на брусок, чтобы он не затонул?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5. На тело, находящееся на горизонтальной поверхности, действуют в горизонтальном направлении меняющаяся сила тяги двигателя и постоянная по модулю сила трения. График зависимости скорости тела от времени представлен на рисунке 212.

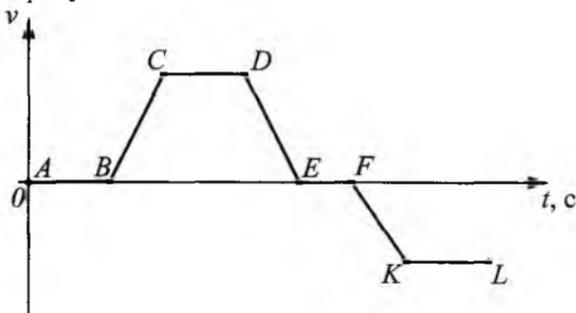


Рис. 212

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) На всех участках сила трения равна нулю.
- 2) На всех участках сила тяги двигателя больше силы трения.

- 3) На участке  $F - E$  сила тяги двигателя равна силе трения.  
 4) На участке  $A - B$  сила тяги двигателя меньше силы трения.  
 5) На участке  $D - E$  сила тяги двигателя меньше силы трения.

Ответ:

6. Велосипедист совершает разворот на горизонтальной дороге. При этом он движется по дуге радиусом  $R$ , с углом наклона к горизонту, равным  $\alpha$ . Коэффициент трения между дорогой и колёсами велосипеда равен  $\mu$ . Как изменятся радиус траектории  $R$  и угол наклона  $\alpha$ , если коэффициент трения  $\mu$  увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Угол наклона

7. Тело плотностью  $\rho$  поднимают вертикально вверх в жидкости плотностью  $\rho_{\text{ж}}$  на высоту  $h$ . Объём тела равен  $V$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила, приложенная к телу для его подъёма	1) $\rho_{\text{ж}}gVh$
Б) работа силы Архимеда при подъёме тела в жидкости	2) $\rho gVh - \rho_{\text{ж}}gVh$
	3) $gV(\rho/\rho_{\text{ж}})$
	4) $gV(\rho - \rho_{\text{ж}})$

Ответ: 

А	Б

8. В закрытом баллоне находится молекулярный кислород. В результате нагревания температура газа увеличилась в три раза, а весь кислород перешёл из молекулярного в атомарное состояние. Во сколько раз увеличилось давление газа в баллоне?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На рисунке 213 представлен график зависимости давления газа от объёма. По данным графика найдите работу, совершённую газом на участке 1–2–3.

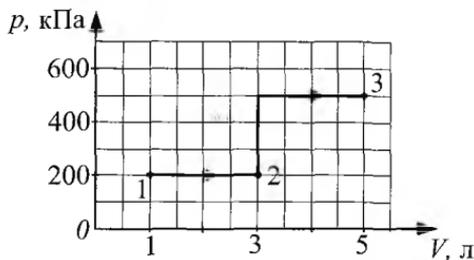


Рис. 213

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. В воду массой 1 кг, имеющей температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , опустили тело массой 0,5 кг, имеющее температуру  $100^{\circ}\text{C}$ . Изменение температур тел представлено на графике (см. рис. 214). По этим данным определите удельную теплоёмкость тела. Ответ округлите до целого значения.

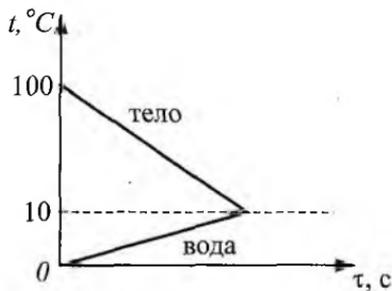


Рис. 214

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · К).

11. На рисунке 215 представлен график зависимости давления идеального газа от объёма.

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке 3–1 газ получает некоторое количество теплоты.
- 2) На участке 1–2 газ получает некоторое количество теплоты.
- 3) Работа газа на участке 3–1 положительна.
- 4) Работа газа на замкнутом участке 1–2–3–1 равна нулю.
- 5) Работа газа на участке 2–3 равна нулю.

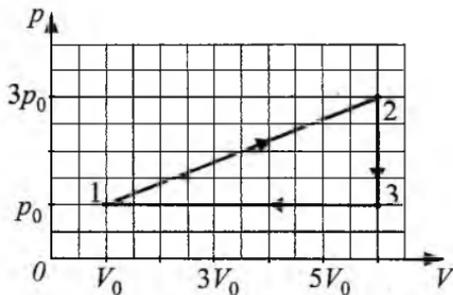


Рис. 215

Ответ:

12. В идеальной тепловой машине, работающей по циклу Карно, температуру нагревателя, а также количество теплоты, получаемое от нагревателя, увеличили. При этом температура холодильника осталась неизменной. Как изменились КПД машины и работа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД машины	Работа за цикл

13. Положительно заряженная частица влетает в пространство между полюсами магнита (см. рис. 216). Как направлена сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

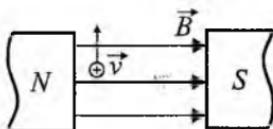


Рис. 216

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Заряженный плоский воздушный конденсатор наполовину опустили в сосуд с жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, рав-

ной 6 (см. рис. 217). Во сколько раз изменилось напряжение на обкладках этого конденсатора?

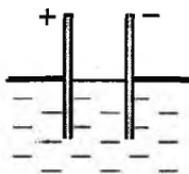


Рис. 217

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (-а).

15. Энергия магнитного поля катушки равна 150 Дж, а магнитный поток, возникающий при этом в катушке, равен 30 Вб. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гн.

16. В однородное магнитное поле, векторы индукции которого направлены от нас (см. рис. 218), влетают несколько частиц, имеющих одинаковые массы и скорости, но различные заряды. Траектории движения частиц представлены на рисунке 218.

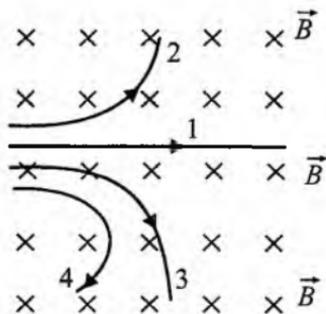


Рис. 218

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Траектории № 3 и № 4 соответствуют частицам, имеющим положительный заряд.
- 2) Траектория № 2 соответствует частице, имеющей положительный заряд.
- 3) Частица с траекторией № 1 имеет отрицательный заряд.

- 4) Модуль заряда частицы, имеющей траекторию № 4, больше модуля заряда частицы с траекторией № 3.
- 5) Модуль заряда частицы, имеющей траекторию № 4, меньше модуля заряда частицы с траекторией № 3.

Ответ:

17. Как изменятся показания амперметра и вольтметра (см. рис. 219), если ключ замкнуть?

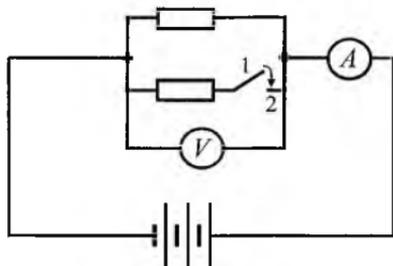


Рис. 219

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показание амперметра	Показание вольтметра

18. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L$  и конденсатора ёмкостью  $C$  (см. рис. 220). При свободных колебаниях максимальный заряд конденсатора равен  $q_{max}$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

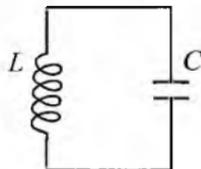


Рис. 220

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина волны, излучаемой контуром	1) $\frac{q_{max}^2}{2C}$
Б) максимальная энергия конденсатора	2) $q_{max}^2 2C$
	3) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
	4) $2\pi c\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

19. Радий  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  претерпевает  $\alpha$ -распад. Получившаяся в результате частица будет иметь...

Зарядовое число	Массовое число

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. На рисунке 221 представлены графики зависимости количества радиоактивных атомов от времени. Начальное количество радиоактивных частиц одинаково для всех 4 элементов. Какой график соответствует элементу, имеющему минимальный период полураспада?

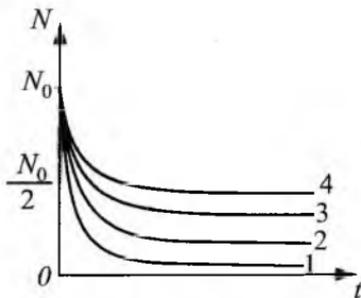


Рис. 221

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. На рисунке 222 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Из серии Лаймана укажите переходы, которые соответствуют...

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

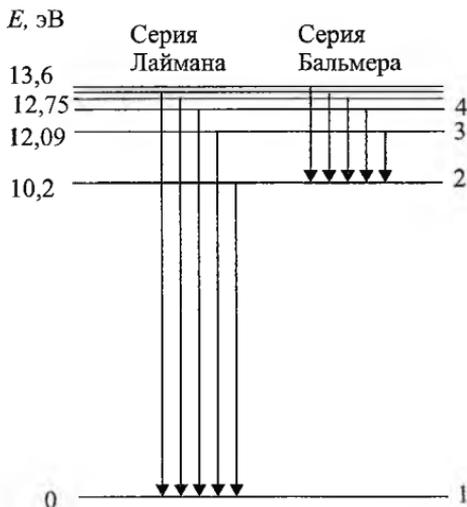


Рис. 222

Физические величины	Переходы
А) излучению света с длиной волны 97 нм	1) 4–1
Б) излучению света с частотой $2,5 \cdot 10^{15}$ Гц	2) 3–1
	3) 2–1
	4) нет такого перехода

Ответ: 

А	Б

22. Определите давление газа, полученное в результате прямых измерений (см. рис. 223).

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Па.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**



Рис. 223

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость вращающего действия силы (момента силы) от плеча силы (см. рис. 224). Запишите номера установок, которые для этого необходимо использовать.

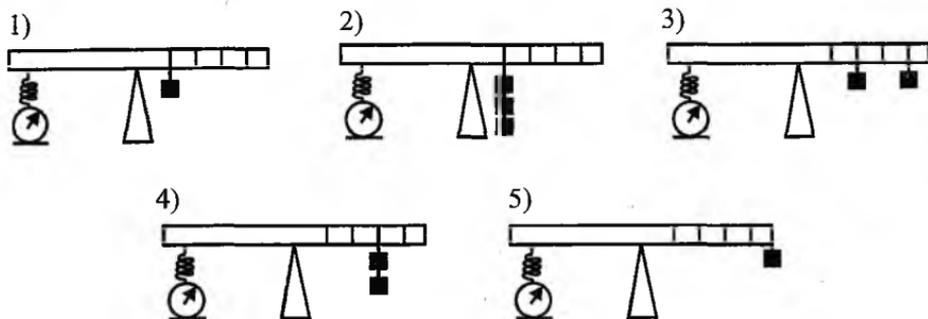


Рис. 224

Ответ:

24. Изучите диаграмму светимости звёзд на рисунке 225.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Звезда Антарес относится к классу сверхгигантов.
- 2) Сириус А относится к сверхгигантам.
- 3) Сириус В относится к главной последовательности.
- 4) Звезда Прокцион В относится к группе карликов.
- 5) Арктур относится к главной последовательности.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

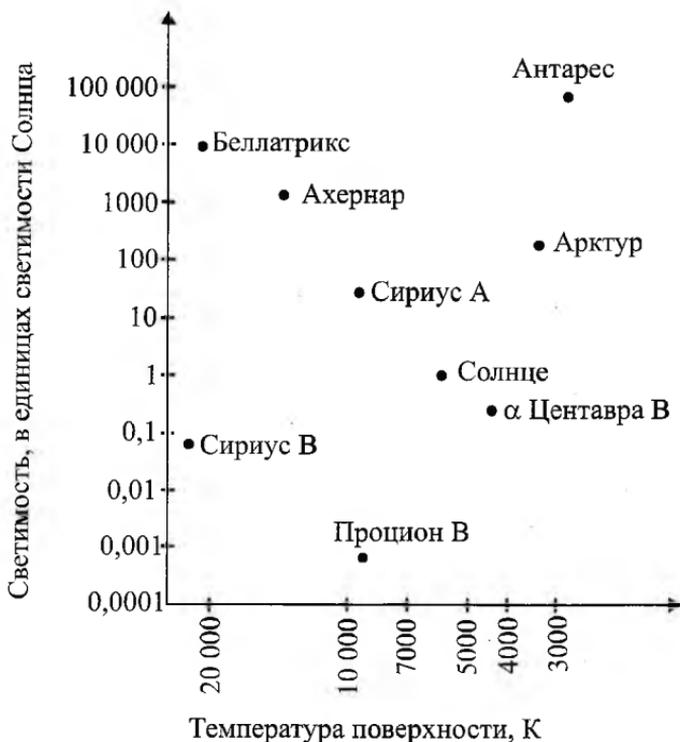


Рис. 225

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Газ с начальной массой 160 г и температурой 27 °С нагревают в сосуде, снабжённом клапаном, так что давление газа остаётся постоянным. При нагревании из сосуда ушла часть газа массой 40 г. На сколько градусов изменилась температура газа?

Ответ: на \_\_\_\_\_ °С.

26. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 4 мТл. Какое количество оборотов совершит электрон за 9 с?

Ответ: \_\_\_\_\_  $10^8$ .

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. Планета имеет сквозное отверстие, проходящее по диаметру через её центр. С одного края в отверстие начинает падать небольшое тело без начальной скорости. Как в дальнейшем будет происходить движение этого тела? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Две одинаковые шайбы, изготовленные из материала с удельной теплоёмкостью 130 Дж/кг · К, скользят без трения по взаимно перпендикулярным направлениям (см. рис. 226) со скоростями 10 м/с и 15 м/с соответственно. Найдите изменение температуры шариков после абсолютно неупругого удара.

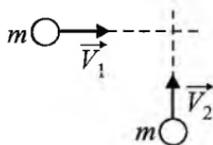


Рис. 226

29. При экстренной остановке поезда, состоящего из 10 вагонов (вместе с локомотивом), тормозной путь составляет 100 м. Каким станет тормозной путь, если откажут тормоза в одном из вагонов?

30. В теплоизолированном сосуде содержится смесь воды и льда. Масса воды 500 г, льда 54,4 г. Вода и лёд находятся в тепловом равновесии. В со-

суд вводится сухой пар массой 6,6 г при температуре 100 °С. Какой будет температура после установления теплового равновесия?

31. Вольтметр, включённый в сеть последовательно с резистором сопротивлением  $R$ , показывает напряжение 198 В. При последовательном подключении этого вольтметра с резистором сопротивлением  $2R$  вольтметр показывает 180 В. Сопротивление вольтметра равно 900 Ом. Найдите напряжение в сети.

32. Точечный источник света мощностью 10 Вт испускает свет с длиной волны 500 нм. На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз воспринимает свет при условии, что на его сетчатку падает 60 фотонов в секунду? Диаметр зрачка равен 0,5 см.

## Вариант № 17

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 227 представлены графики зависимости координаты тел от времени. По данным графиков определите скорость тела № 2 относительно тела № 1.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Тело движется горизонтально со скоростью 10 м/с. Оно попадает на шероховатую наклонную плоскость с углом наклона 30°. Коэффициент трения равен 0,05. На какую максимальную высоту поднимется тело? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

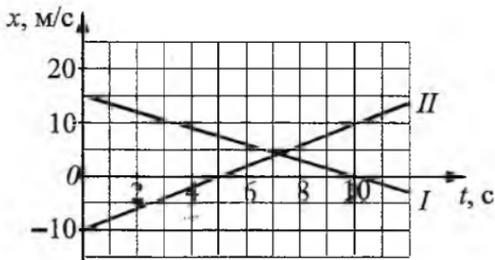


Рис. 227

3. Пуля массой  $0,01$  кг, летящая горизонтально со скоростью  $350$  м/с, попадает в неподвижный брусок массой  $1$  кг, находящийся на краю стола высотой  $1,5$  м, и застревает в нём. Брусок с застрявшей в нём пулей соскальзывает со стола. С какой скоростью они упадут на землю? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Волна движется по поверхности воды со скоростью  $2$  м/с, имея частоту колебаний, равную  $0,5$  Гц. Чему равна разность фаз между точками, расположенными на расстоянии  $3$  м друг от друга?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\pi$ .

5. Граната летит в горизонтальном направлении со скоростью  $1$  м/с. График зависимости скорости гранаты от времени представлен на рисунке 228. В момент времени, соответствующий точке  $A$ , граната разрывается на две части массами  $m_1$  и  $m_2$ , движение которых также показано на графике.

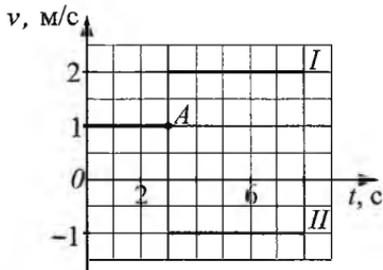


Рис. 228

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Два осколка гранаты после взрыва продолжат движение в одном направлении.

- 2) Два осколка гранаты после взрыва продолжают движение в противоположных направлениях.
- 3)  $m_1 > m_2$ .
- 4)  $m_1 < m_2$ .
- 5)  $m_1 = m_2$ .

Ответ:

6. Математический маятник совершает свободные гармонические колебания, при этом амплитуда колебаний равна  $A$ . Как изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия колебаний, если этот же маятник будет совершать колебания с большей амплитудой?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Максимальная кинетическая энергия
<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. Шайба массой  $m$  начинает двигаться со скоростью  $v_0$  по горизонтальной поверхности, имеющей коэффициент трения  $\mu$  между поверхностью и шайбой. Пройдя некоторое расстояние, шайба останавливается. Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) величина тормозного пути	1) $\frac{2v_0^2}{g}$
Б) импульс, которым будет обладать шайба, пройдя половину тормозного пути	2) $\frac{v_0^2}{2\mu g}$
	3) $\frac{mv_0}{\sqrt{2}}$
	4) $\frac{mv_0}{2}$

Ответ: 

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

8. Давление гелия в три раза меньше давления неона, а концентрация атомов неона в три раза больше, чем атомов гелия. Найдите отношение средней кинетической энергии атомов неона к средней кинетической энергии атомов гелия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. На рисунке 229 представлен график зависимости давления газа от его объёма. По данным графика найдите отношение работы, совершённой газом на участке 1–2, к работе, совершённой на замкнутом участке 1–2–3–4–1. Ответ округлите до сотых.

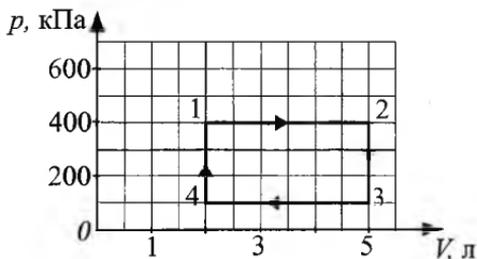


Рис. 229

Ответ: \_\_\_\_\_.

10. На рисунке 230 представлен график зависимости температуры воды от переданного ей количества теплоты. По этим данным определите массу воды.

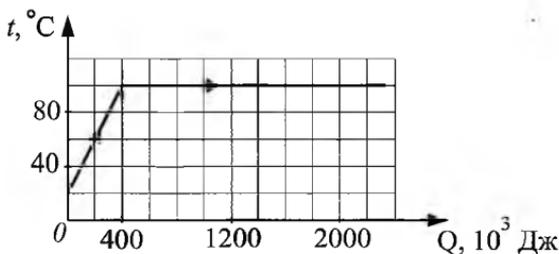


Рис. 230

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

11. На рисунке 231 представлен график зависимости давления идеального газа от объёма.

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите два верных утверждения и запишите их номера.

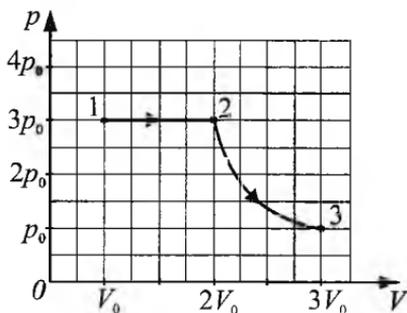


Рис. 231

- 1) На участке 1–2 температура газа увеличивается.
- 2) На участке 1–2 температура газа постоянна.
- 3) На участке 2–3 температура газа постоянна.
- 4) На участке 2–3 температура газа увеличивается.
- 5) На участке 2–3 температура газа уменьшается.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находятся вода и водяной пар в состоянии термодинамического равновесия. Поршень начинают медленно опускать таким образом, что он сжимает пар. Как при этом изменяются концентрация частиц водяного пара и давление водяного пара?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация частиц пара	Давление пара

13. В двух вершинах равностороннего треугольника находятся два заряда, одинаковые по модулю, но противоположные по знаку (см. рис. 232). Как направлен вектор напряжённости электрического поля, созданного этими двумя зарядами в точке А (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

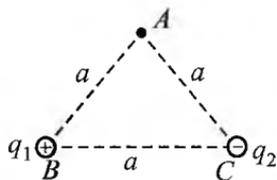


Рис. 232

14. Электрический провод без изоляции дважды согнули пополам и скрутили. После этого включили в сеть с таким же напряжением. Во сколько раз изменилась сила тока в проводнике?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

15. Предмет движется со скоростью 10 м/с под углом  $30^\circ$  к плоскости зеркала (см. рис. 233). С какой скоростью предмет приближается к своему изображению в зеркале?

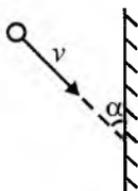


Рис. 233

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

16. В пространство между обкладками заряженного воздушного конденсатора влетает поток электронов с некоторой скоростью под углом к плоскости одной из обкладок (см. рис. 234).

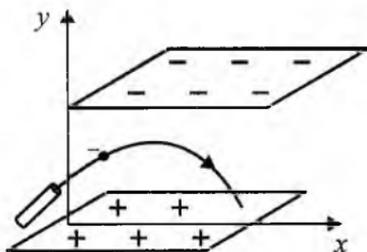


Рис. 234

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Движение электронов будет свободным падением.
- 2) Скорость электронов не меняется на своей траектории движения в конденсаторе.
- 3) Вдоль вертикального направления (оси  $y$ ) электроны движутся с постоянной скоростью.
- 4) Вдоль горизонтального направления (оси  $x$ ) электроны движутся с постоянной скоростью.
- 5) Электроны имеют минимальную скорость в верхней точке своей траектории.

Ответ:

17. Как изменятся частота и длина волны, излучаемая контуром, если в катушку внести железный стержень (см. рис. 235).

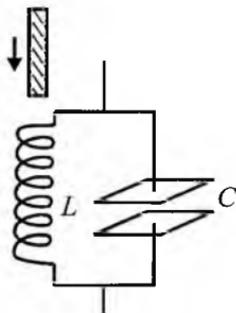


Рис. 235

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	Длина волны

18. Ракета пролетает мимо неподвижного наблюдателя со скоростью  $v$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



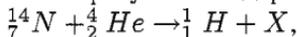
Рис. 236

Физические величины	Формулы
А) отношение видимой длины ракеты к длине неподвижной ракеты	1) $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
Б) отношение продолжительности события, видимого на ракете, к событиям в неподвижной ракете	2) $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	3) $c^2$
	4) $\frac{1}{c^2}$

Ответ:

А	Б

19. Частица X, появившаяся в результате ядерной реакции



будет иметь...

Массовое число	Зарядовое число

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. На рисунке 237 представлен график зависимости количества радиоактивных атомов от времени. Какая точка соответствует времени, равному двум периодам полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_.

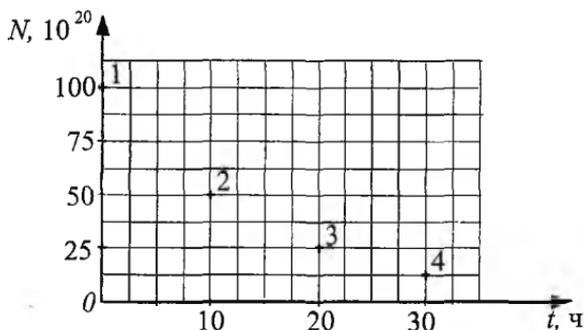


Рис. 237

21. На рисунке 238 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Из серии Бальмера укажите переходы, которые соответствуют...

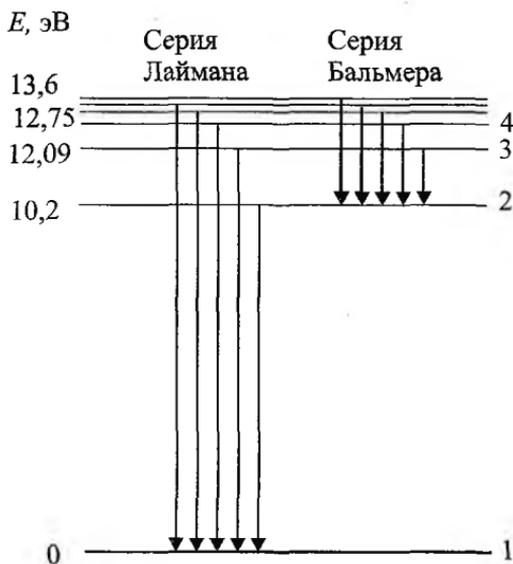


Рис. 238

Физические величины	Переходы
А) излучению света с длиной волны 655 нм	1) 4 – 2
Б) излучению света с частотой $6 \cdot 10^{10}$ Гц	2) 3 – 2
	3) нет такого перехода
	4) 4 – 3

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. В результате прямых измерений (см. рис. 239) определите влажность воздуха в комнате. Погрешность составляет половину цены деления шкалы прибора.



Рис. 239

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) %.

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость сопротивления цилиндрического проводника от площади поперечного сечения. Укажите номера **двух** проводников, которые нужно использовать для этого опыта.

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1) <input type="checkbox"/> медь   | 4) <input type="checkbox"/> сталь  |
| 2) <input type="checkbox"/> медь   | 5) <input type="checkbox"/> нихром |
| 3) <input type="checkbox"/> латунь |                                    |

Рис. 240

Ответ:

24. На рисунке 241 приведена схема строения галактики.

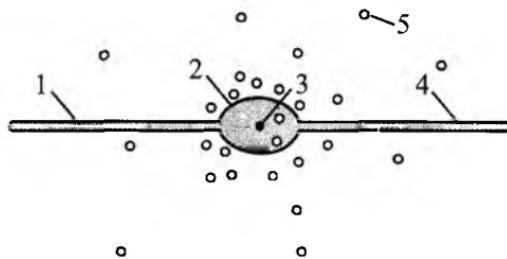


Рис. 241

Выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Данная галактика относится к сферическим галактикам.
- 2) Данная галактика относится к спиральным галактикам.
- 3) Цифрой 1 на схеме показаны рукава (спирали) галактики.
- 4) Цифрой 3 на схеме указывается примерное место положения Солнца в галактике Млечный Путь.
- 5) Цифрой 5 на схеме указывается примерное место положения Солнца в галактике Млечный Путь.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, равен 70%. Во сколько раз надо уменьшить температуру нагревателя (не меняя температуры холодильника), чтобы КПД машины уменьшился до 40%?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

26. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из рубидия при освещении его светом с частотой  $8,1 \cdot 10^{14}$  Гц, равна  $1,95 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найти длину волны «красной границы» фотоэффекта.

Ответ: \_\_\_\_\_ нм.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Деревянный брусок плавает в воде. На него незначительно надавили сверху и отпустили. Как в дальнейшем будет происходить движение этого бруска? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Тело массой  $1,2 \text{ кг}$  находится на гладкой горизонтальной плоскости и вращается вокруг вертикальной оси (см. рис. 242). Оно прикреплено к оси пружиной жёсткостью  $200 \text{ Н/м}$  и движется по окружности радиусом  $R$ , совершая 1 об/сек. Длина пружины в недеформированном состоянии равна  $50 \text{ см}$ . Определите радиус траектории тела.

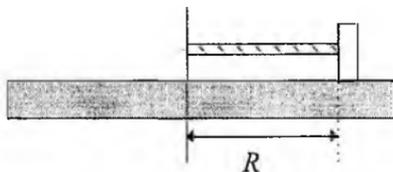


Рис. 242

29. Два шарика массами  $m_1$  и  $m_2$  одновременно начинают соскальзывать без начальной скорости с двух одинаковых горок навстречу друг другу. Высота каждой горки равна  $H$ . При столкновении шарики слипаются. На какую максимальную высоту поднимутся слипшиеся шарики? Трением пренебречь.

30. В калориметре смешиваются три химически не взаимодействующие жидкости массами  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 10 \text{ кг}$  и  $m_3 = 5 \text{ кг}$ , имеющие соответственно температуры  $t_1 = 6^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -40^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 60^\circ\text{C}$ . Удельные теплоёмкости жидкостей равны соответственно  $2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ ,  $4 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ ,

2 кДж/(кг·К). Определите температуру получившейся смеси. Фазовые переходы в жидкостях не происходят.

31. Заряженная частица проходит ускоряющую разность потенциалов  $\Delta\varphi$  и влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B$  под углом  $\alpha$  к магнитным силовым линиям. Вычислите удельный заряд частицы ( $q/m$ ), если шаг спирали, по которой движется частица, равен  $l$ .

32. На плоский электрод падает излучение длиной волны 83 нм. На какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотозлектрон, если вокруг электрода создано задерживающее электрическое поле напряжённостью 7,5 В/см? «Красная граница» фотоэффекта равна 332 нм.

## Вариант № 18

### Часть I

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 243 приведена зависимость проекции на ось  $x$  скорости движения тела от времени. Чему равен путь, который прошло тело за первые 8 с движения?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Каково ускорение силы тяжести на поверхности некоторой планеты, средняя плотность которой равна средней плотности Земли, но радиус в 2 раза больше земного?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

3. Какова мощность двигателя подъёмного крана, поднимающего равномерно со скоростью 0,1 м/с груз массой 4 т при общем КПД установки 40 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

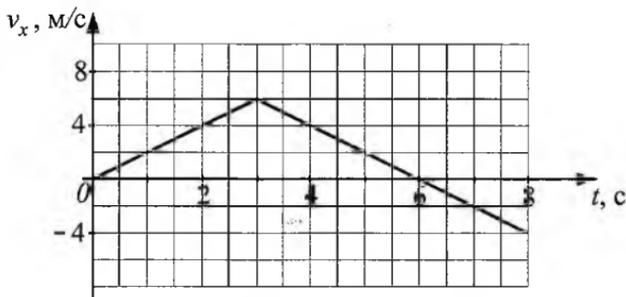


Рис. 243

4. Какова плотность тела, если в жидкости плотностью  $900 \text{ кг/м}^3$  оно весит втрое меньше, чем в воздухе?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг/м}^3$ .

5. На рисунке 244 приведён график зависимости скорости тела от времени.

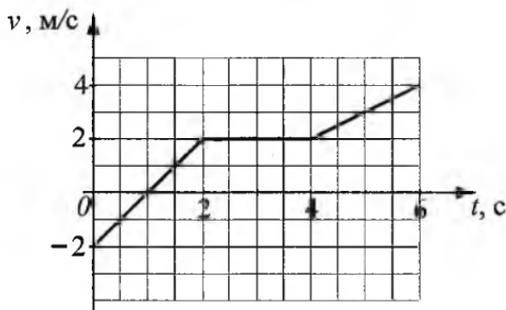


Рис. 244

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На интервале времени  $0 \text{ с} - 2 \text{ с}$  движение равноускоренное.
- 2) На интервале времени  $0 \text{ с} - 2 \text{ с}$  движение равномерное.
- 3) На интервале времени  $4 \text{ с} - 6 \text{ с}$  ускорение равно  $1 \text{ м/с}^2$ .
- 4) На интервале времени  $4 \text{ с} - 6 \text{ с}$  движение равномерное.
- 5) На всём интервале времени движение равноускоренное.

Ответ:

6. Спутник перешёл с орбиты большего радиуса на орбиту меньшего радиуса. Как при этом изменились его центростремительное ускорение и период обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения

7. Камень бросили с башни высотой  $h$  в горизонтальном направлении со скоростью  $v_0$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) дальность полёта камня	1) $v_0 \frac{2h}{g}$
Б) максимальная высота подъёма	2) $v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$
	3) $h$
	4) 0

Ответ:

А	Б

8. Каков объём баллона, в котором содержится 129 г гелия при нормальных условиях? Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>.

9. Один моль одноатомного идеального газа совершает работу 2700 Дж. К газу было подведено 3200 Дж количества теплоты. Какова конечная температура газа, если его начальная температура равна 100°C? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

10. Какова температура холодильника идеального теплового двигателя, если он отдаёт холодильнику 60% количества теплоты, полученного от нагревателя, при его температуре 450 К?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

11. На рисунке 245 приведён график процесса, проводимого с одним молем идеального одноатомного газа.

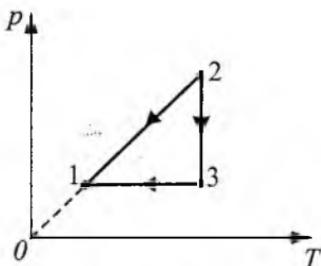


Рис. 245

Выберите **два** утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) В процессе 2–3 газ совершал отрицательную работу.
- 2) В процессе 1–2 газ совершал положительную работу.
- 3) В процессе 2–3 газ совершал положительную работу.
- 4) В процессе 3–1 газ совершал положительную работу.
- 5) Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было равно модулю изменения внутренней энергии газа на участке 3–1.

Ответ:

12. В сосуде под поршнем находится 3 моль гелия. Что произойдёт с давлением газа на стенки сосуда и температурой газа при его изотермическом расширении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Температура газа

13. Как направлен (от наблюдателя, к наблюдателю, вправо, влево, вверх, вниз) в точке А результирующий вектор магнитной индукции магнитного поля, созданного двумя параллельными проводниками с током (см. рис. 246)? Ответ запишите словом (словами).

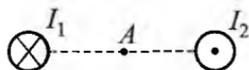


Рис. 246

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Три резистора подключены к источнику с напряжением 24 В, как показано на рисунке 247. Какова сила тока, проходящего через второй резистор, если  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом и  $R_3 = 6$  Ом.

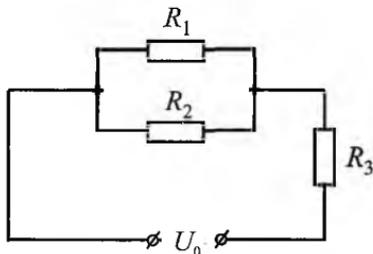


Рис. 247

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. Какова скорость света в среде  $A$ , если луч света падает на границу раздела двух сред  $A$  и  $B$ ? При этом угол падения равен  $30^\circ$ , угол преломления равен  $60^\circ$ . Среда  $B$  — воздух. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^8$  м/с.

16. Заряд  $q$  поместили на проводящий шарик радиусом  $R$  (см. рис. 248).

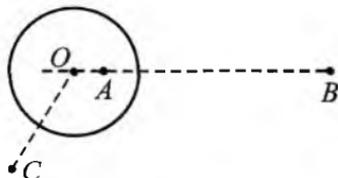


Рис. 248

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

1) Модуль напряжённости электрического поля в точке  $O$  равен

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}.$$

2) Модуль напряжённости электрического поля в точке  $O$  равен нулю.

- 3) Модуль напряжённости электрического поля в точке  $B$  равен нулю.
- 4) Модуль напряжённости электрического поля в точке  $A$  равен нулю.
- 5) Модуль напряжённости электрического поля в точке  $C$  меньше, чем в точке  $B$ .

Ответ: 

--	--

17. Как изменятся количество теплоты, выделяемое на проволочном резисторе, и его электрическое сопротивление за один и тот же промежуток времени, если длину проводника уменьшить в 4 раза, а силу тока в нём увеличить в 2 раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество теплоты	Сопротивление

18. Плоский воздушный конденсатор заряжён до напряжения  $U$ . Площадь обкладок конденсатора  $S$ , расстояние между его пластинами  $d$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) напряжённость поля в конденсаторе	1) $\frac{F}{q}$
Б) заряд конденсатора	2) $\frac{U}{d}$
	3) $C \cdot U$
	4) $\frac{C}{U}$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро азота  ${}^1_7\text{N}$  захватило  $\alpha$ -частицу и испустило протон. Каковы заряд образовавшейся частицы и её массовое число?

Заряд частицы	Массовое число

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Каков дефект массы  $\Delta M$  ядра  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ , если его удельная энергия связи равна 8,791 МэВ/нуклон?

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-28</sup> кг.

21. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Что произойдёт с «красной границей» фотоэффекта и импульсом фотонов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны 400 нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

«Красная граница» фотоэффекта	Импульс фотона

22. Запишите показания прибора, если погрешность измерения составляет половину цены деления шкалы (см. рис. 249).

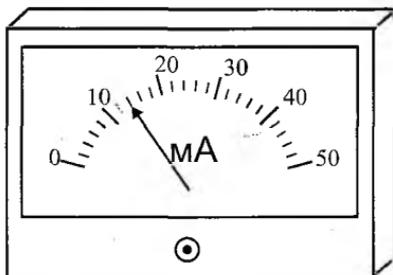


Рис. 249

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мА.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Из приведённого списка выберите **два** предмета, необходимых для измерения коэффициента трения скольжения стального бруска по горизонтальной плоскости.

- 1) линейка
- 2) динамометр
- 3) транспортир
- 4) стальной брусок
- 5) весы

Ответ:

24. В таблице приведены характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, млн км	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с	Средняя плотность г/см <sup>3</sup>
Меркурий	58,5	4878	28°	2,97	5,43
Венера	108	12 104	3°	7,25	5,25
Земля	150	12 756	23°27'	7,89	5,52
Марс	228	6794	23°59'	3,55	3,93
Юпитер	780	142 800	30°5'	42,1	1,33
Сатурн	1431	119 900	26°44'	25,0	0,71
Уран	28 785	51 108	82°05'	15,7	1,24
Нептун	54 936	49 493	28°48''	17,5	1,67

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Ускорение свободного падения на планете Юпитер составляет 3,7 м/с<sup>2</sup>.
- 2) На Сатурне не может наблюдаться смены времён года.
- 3) Орбита Марса находится на расстоянии 228 млн км от Солнца.
- 4) Сатурн имеет самую маленькую массу из всех планет Солнечной системы.
- 5) Масса Нептуна  $\sim 10^{21}$  кг.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Какова начальная температура одноатомного идеального газа в количестве 1 моль, если к нему было подведено 3,2 кДж теплоты и он совершил работу 2700 Дж? Конечная температура газа 140 °С.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

26. В резисторе, через который протекает заряд 300 Кл, выделяется 2700 Дж количества теплоты. Каково напряжение на резисторе?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Как меняется тон духовых инструментов, когда музыканты «разыгрываются» перед выступлением? Ответ объясните на основе физических законов.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Какова работа силы тяги локомотива поезда массой 1800 т за первые 100 с движения, который отходит от станции с ускорением  $0,07 \text{ м/с}^2$ ?

29. Нитяной маятник с длиной нити 1 м, составляющей с вертикалью угол  $60^\circ$ , описывает окружность в горизонтальной плоскости. Каков период обращения такого маятника в лифте, который движется вниз с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ?

30. В герметично закрытом баллоне находится смесь из 0,5 г водорода и 8,0 г кислорода при давлении  $2,35 \cdot 10^5$  Па. Между газами происходит реакция с образованием водяного пара. Какое давление установится в баллоне после охлаждения до первоначальной температуры?

31. Источники тока, имеющие одинаковые внутренние сопротивления по 0,5 Ом, подключены к резисторам, как показано на рисунке 250. ЭДС источников  $\mathcal{E}_1 = 12$  В,  $\mathcal{E}_2 = 6$  В. Определите сопротивление  $R$ , при котором сила тока во втором источнике равна нулю.

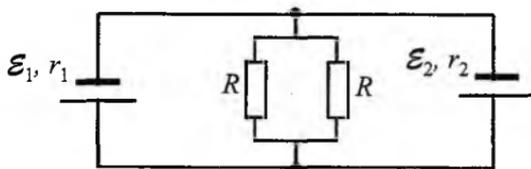


Рис. 250

32. Круглый бассейн радиусом 5 м залит водой до краёв. Над центром бассейна на высоте 3 м от поверхности воды висит лампа. На какое расстояние от края бассейна может отойти человек ростом 1,8 м, чтобы всё ещё видеть отражение лампы в воде?

## Вариант № 19

### Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

1. На рисунке 251 приведена зависимость проекции на ось  $x$  скорости движения тела от времени. Чему равен модуль перемещения тела за первые 6 с движения?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

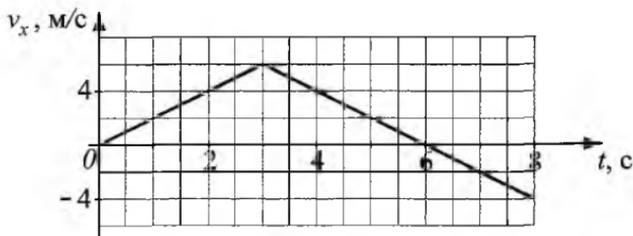


Рис. 251

2. Чему равен вес тела массой 60 кг, находящегося в лифте, который поднимается вертикально вверх с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Чему станет равна скорость вагонетки массой  $M$ , движущейся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v = 3 \text{ м/с}$ , если сверху вертикально опустить груз массой  $m = M/2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Какова длина волны, если наименьшее расстояние между двумя точками в волне, колеблющимися в противофазе, равно  $2 \text{ м}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

5. На рисунке 252 изображён гидравлический пресс.

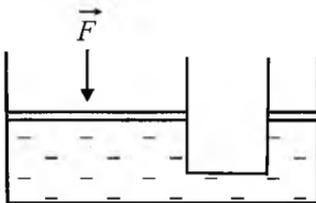


Рис. 252

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На правый поршень пресса снизу действует такая же сила.
- 2) Давление на левый и правый поршень снизу одинаково.
- 3) Правый поршень поднимется на такую же высоту, на которую опустится левый поршень.
- 4) Правый поршень поднимется на большую высоту, чем та, на которую опустится левый поршень.

5) Правый поршень поднимется на меньшую высоту, чем та, на которую опустится левый поршень.

Ответ: 

--	--

6. Пароход переходит из пресной реки в солёное море. Как при этом изменились осадка корабля и сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Осадка корабля	Сила Архимеда

7. На наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  лежит тело массой  $m$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, их выражающими.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила трения, действующая на тело	1) $mg \cos \alpha$
Б) проекция силы тяжести на наклонную плоскость	2) $mg \sin \alpha$ 3) $\mu mg \cos \alpha$ 4) $\mu mg \sin \alpha$

Ответ: 

А	Б

8. При давлении 200 кПа и температуре 11 °С плотность газа равна 5 кг/м<sup>3</sup>. Какова молярная масса газа? Ответ округлите до тысячных.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/моль.

9. Двум молям идеального одноатомного газа передали 9500 Дж количества теплоты. Какую работу совершил газ в этом процессе, если его температура увеличилась на 200 К?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. КПД теплового двигателя равен 40%. Во сколько раз количество теплоты, полученное двигателем от нагревателя, больше количества теплоты, отданного холодильнику? Ответ округлите до сотых.

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

11. На рисунке 253 в координатах  $pV$  показан циклический процесс 1–2–3–4–1, который совершает один моль идеального одноатомного газа.

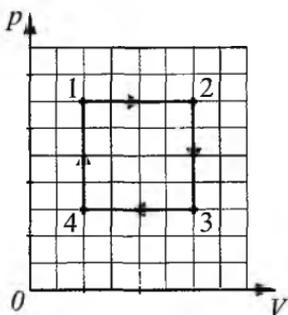


Рис. 253

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процесс 2–3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3–4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 7 раз больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

Ответ:

12. В закрытом сосуде находятся водяной пар и некоторое количество воды. Как изменятся при изотермическом уменьшении объёма сосуда следующие величины: давление в сосуде и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление в сосуде	Масса воды

13. В вершинах квадрата закреплены отрицательные точечные заряды так, как показано на рисунке 254. Куда направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор напряжённости электрического поля в центре  $O$  квадрата? Ответ запишите словом (словами).

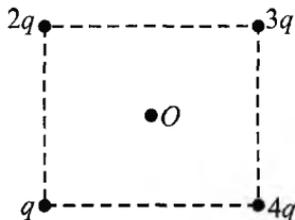


Рис. 254

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Найдите электроёмкость системы конденсаторов, если известно, что  $C_1 = C_3 = 2 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = C_4 = 6 \text{ мкФ}$  (см. рис. 255).

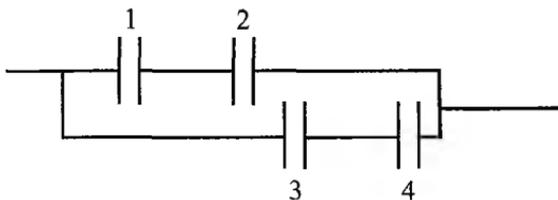


Рис. 255

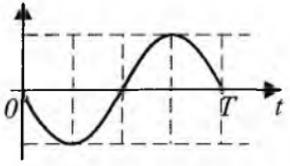
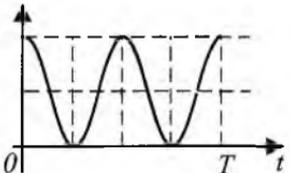
Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ.

15. Какова оптическая сила собирающей линзы, в которой предмет на расстоянии 8 см имеет действительное изображение, увеличенное в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ дптр.

16. В момент  $t = 0$  заряд конденсатора в колебательном контуре максимален, а сила тока равна нулю. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. Установите соответствие между физическими величинами и их графиками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) энергия заряженного конденсатора            2) энергия катушки с током            3) сила тока в контуре            4) заряд на нижней обкладке конденсатора</p>

Ответ:

А	Б

17. К источнику ЭДС подсоединяют резистор. Как меняются сила тока в цепи и напряжение на резисторе при увеличении величины сопротивления этого резистора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение

18. Плоский воздушный конденсатор заряжен до напряжения  $U$ . Площадь обкладок конденсатора  $S$ , расстояние между его пластинами  $d$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ёмкость конденсатора	1) $\frac{F}{q}$
Б) заряд конденсатора	2) $\frac{\epsilon_0 S}{d}$
	3) $C \cdot U$
	4) $\frac{C}{U}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро бериллия  ${}^9_4\text{Be}$ , поглотив дейтрон  ${}^2_1\text{H}$ , превращается в ядро бора  ${}^{10}_5\text{B}$ . Каковы заряд образовавшейся частицы и её массовое число?

Заряд частицы	Массовое число

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Длина световой волны равна 410 нм. Какой энергией обладает фотон этой волны? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Что произойдёт с модулем запирающего напряжения и «красной границей» фотоэффекта при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны 500 нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения	«Красная граница» фотоэффекта

22. Запишите показания прибора в литрах, если погрешность измерения составляет цену деления шкалы.

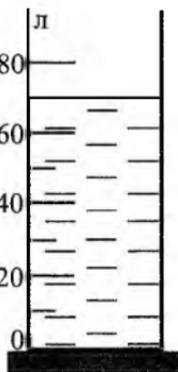


Рис. 256

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) л.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Какие две схемы следует выбрать для экспериментального изучения зависимости силы тока в цепи от ЭДС источника (см. рис. 257)?

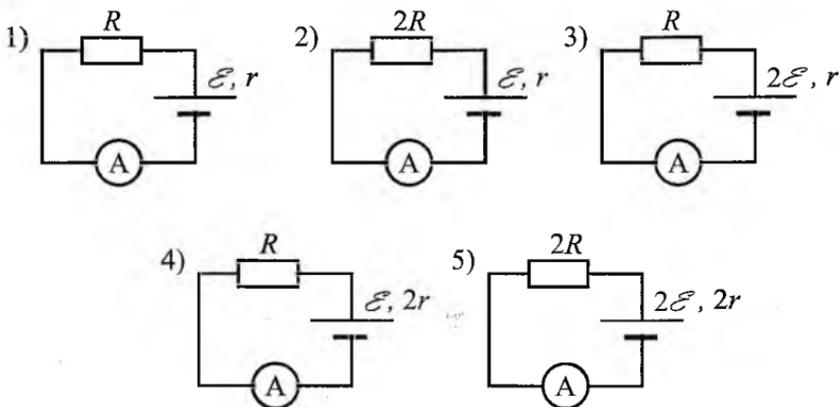


Рис. 257

Ответ:

24. В таблице содержатся характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Ускорение свободного падения на Венере примерно равно  $8,8 \text{ м/с}^2$ .
- 2) За марсианский год на планете проходит примерно 670 марсианских суток.
- 3) Ускорение свободного падения на Юпитере примерно равно  $9,54 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Масса Нептуна в 10 раз меньше массы Урана.
- 5) Первая космическая скорость вблизи поверхности Венеры составляет примерно  $7,3 \text{ км/с}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Если КПД идеального теплового двигателя равен 60%, то каким он станет, если температуру нагревателя увеличить в два раза, а температуру холодильника уменьшить в два раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

26. В двух противоположных вершинах  $A$  и  $C$  квадрата  $ABCD$  со сторонами 6 см находятся точечные заряды  $q_A = -1,2$  нКл и  $q_C = 1,6$  нКл. Чему равен модуль напряжённости этих зарядов в вершине  $B$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/Кл.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Известно, что при наступлении утренних заморозков на почве садоводы обильно поливают рассаду. Зачем это делается?

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Груз подвешен на пружине. В положении равновесия деформация пружины составляет 2,5 см. С каким периодом начнёт колебаться груз?

29. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх,  $v_0 = 200$  м/с. В точке максимального подъёма снаряд разорвался на два одинаковых осколка, которые разлетелись в вертикальных на-

правлениях. Осколок, полетевший вниз, достиг земли со скоростью  $5/3v_0$ . Через какое время после взрыва упадёт на землю второй осколок?

30. Идеальный одноатомный газ в количестве 2 моль охладил, уменьшив давление в 4 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 400 К. Какое количество теплоты сообщили газу на участке 2–3 (см. рис. 258)?

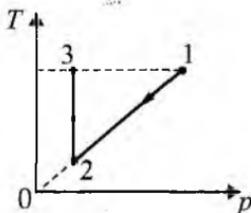


Рис. 258

31. Электровоз массой 300 т движется вниз по горе со скоростью 36 км/ч. Уклон горы 0,01, сила сопротивления движению составляет 3% от его веса. Какова сила тока через мотор электровоза, если напряжение в сети 3000 В и КПД электровоза 80%?

32. Источник монохроматического излучения испускает каждую секунду  $2 \cdot 10^{20}$  фотонов, вызывающих фотоэффект на пластине с работой выхода электронов  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж. При длительном освещении пластина заряжается до потенциала 0,9 В. Какова мощность источника излучения?

## Вариант № 20

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 259 приведена зависимость проекции на ось  $x$  скорости движения тела от времени. Укажите путь, пройденный телом за первые 16 с.

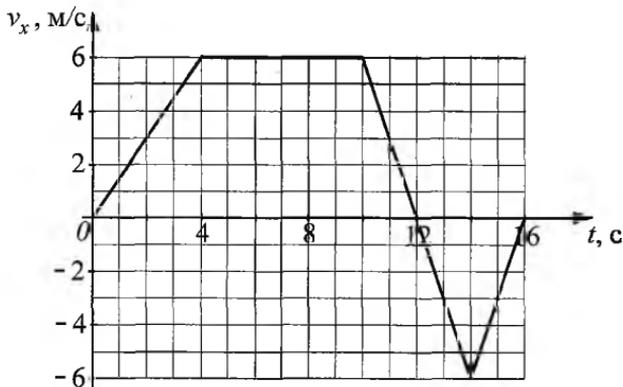


Рис. 259

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Чему равен вес тела массой 60 кг, находящегося в лифте, который опускается вертикально вниз с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Чему равна кинетическая энергия тела массой 1 кг, зависимость модуля перемещения которого от времени представлена на рисунке 260 в момент времени 2 с?

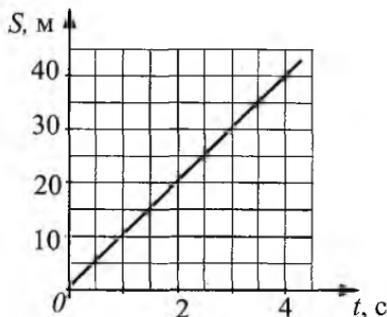


Рис. 260

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. С какой силой лежащая на земле труба массой 1 т, которую подъемный кран поднимает за один из её концов, вторым своим концом действует на землю?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. На рисунке 261 приведён график зависимости силы упругости от величины деформации.

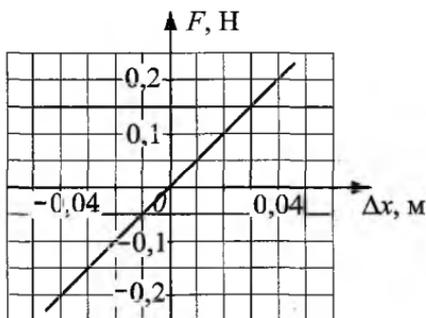


Рис. 261

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке деформаций от  $-0,04$  м до 0 закон Гука не выполняется.
- 2) На всём интервале деформаций жёсткость равна  $500$  Н/м.
- 3) На всём интервале деформаций жёсткость равна  $50$  Н/м.
- 4) На всём интервале деформаций жёсткость равна  $5$  Н/м.
- 5) На всём интервале деформаций выполняется закон Гука.

Ответ:

6. Металлический шарик погружается в воду. Как при этом изменятся сила Архимеда и сила тяжести?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Сила тяжести

7. Тело массой  $m$  находится в лифте, который движется вверх с ускорением  $a$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) вес тела	1) $p = mg + ma$
Б) сила натяжения троса лифта	2) $p = mg - ma$
	3) $N = p$
	4) $N = -p$

Ответ: 

А	Б

8. Каково число молекул кислорода, который находится в сосуде объёмом  $0,5 \text{ м}^3$  под давлением  $1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ? Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы кислорода  $E = 6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{24}$ .

9. Гелий нагрели при постоянном давлении, в результате он совершил работу  $4986 \text{ Дж}$ . На сколько градусов увеличилась температура газа, если его масса  $40 \text{ г}$ ?

Ответ: на \_\_\_\_\_ К.

10. Какова относительная влажность воздуха при температуре  $20^\circ \text{C}$ , если точка росы  $12^\circ \text{C}$ ? Давление насыщенного водяного пара при  $20^\circ \text{C}$  равно  $2,33 \text{ кПа}$ , а при  $12^\circ \text{C}$  —  $1,4 \text{ кПа}$ . Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 262 приведён график зависимости количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание  $10 \text{ кг}$  вещества 1 и  $10 \text{ кг}$  вещества 2, при различных значениях температуры  $t$  этих веществ.

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Начальные температуры обоих веществ равны  $20^\circ \text{C}$ .
- 2) Теплоёмкости веществ равны.
- 3) Теплоёмкости двух веществ различаются в два раза.
- 4) Для изменения температуры  $1 \text{ кг}$  вещества 1 на  $10^\circ \text{C}$  необходимо количество теплоты  $500 \text{ Дж}$ .
- 5) Для изменения температуры  $1 \text{ кг}$  вещества 2 на  $40^\circ \text{C}$  необходимо количество теплоты  $1500 \text{ Дж}$ .

Ответ: 

--	--

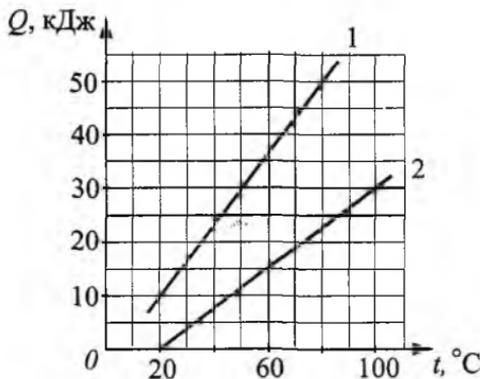


Рис. 262

12. В сосуде находится идеальный газ. Происходит адиабатическое уменьшение объёма сосуда. Как изменятся при этом следующие величины: температура газа и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура газа	Давление газа

13. Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны проводника 2 (см. рис. 263)? Ответ запишите словом (словами).

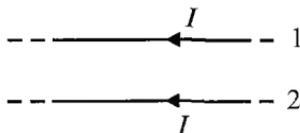


Рис. 263

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Каково напряжение источника в электрической цепи, если амперметр показывает 0,5 А, сопротивления резисторов  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 2 \text{ Ом}$  (см. рис. 264)?

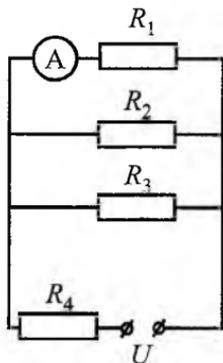


Рис. 264

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Каков показатель преломления второй среды относительно первой, если угол падения равен  $30^\circ$ , а отражённый луч перпендикулярен к преломлённому лучу?

Ответ: \_\_\_\_\_.

16. Плоский воздушный конденсатор зарядили и не отключили от источника тока. Затем расстояние между пластинами увеличили вдвое.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Напряжение на пластинах конденсатора не изменится.
- 2) Заряд на пластинах конденсатора не изменится.
- 3) Ёмкость конденсатора увеличится.
- 4) Ёмкость конденсатора уменьшится.
- 5) Заряд на пластинах конденсатора не изменится.

Ответ:

17. К источнику тока подключили реостат. Как изменятся сила тока в цепи и ЭДС источника при уменьшении сопротивления реостата?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	ЭДС источника

18. Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Единицы измерения
А) фокусное расстояние линзы	1) кг
Б) оптическая сила линзы	2) дптр
	3) м
	4) В

Ответ:

А	Б

19. При захвате нейтрона ядром  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  образуется радиоактивный изотоп  ${}_{11}^{24}\text{Na}$ . Каковы заряд образовавшейся частицы и её массовое число?

Заряд частицы	Массовое число

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Под каким номером на диаграмме энергетических уровней изображён переход с испусканием фотона наибольшей длины волны (см. рис. 265)?

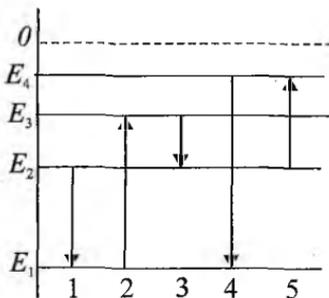


Рис. 265

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Установите соответствие между описаниями приборов (устройств) и их названиями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Описание устройства	Название устройства
А) устройство, в котором свет вызывает электрический ток	1) лазер
Б) устройство, в котором возникает неуправляемая ядерная реакция	2) ядерный реактор
	3) фотоэлемент
	4) атомная бомба

Ответ:

А	Б

22. Запишите показания прибора, если погрешность измерения составляет цену деления шкалы (см. рис. 266).

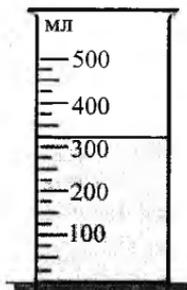


Рис. 266

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мл.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Какие две схемы (см. рис. 267) следует выбрать для экспериментального изучения зависимости силы тока в цепи от сопротивления источника тока?

Ответ:

24. В таблице приведены характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

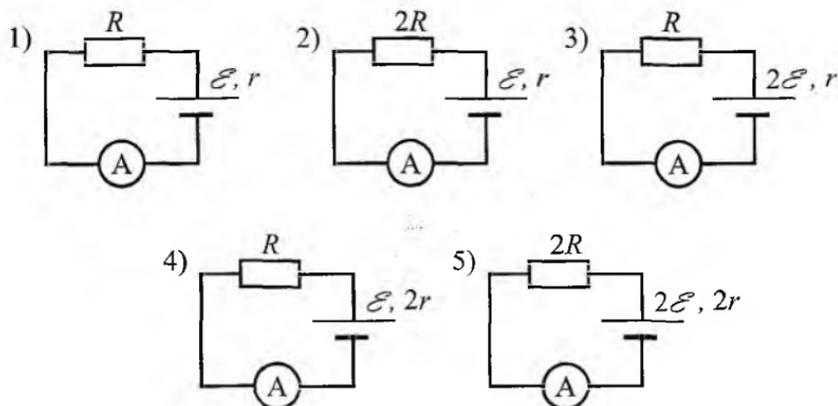


Рис. 267

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, млн км	Период обращения вокруг Солнца земных лет	Эксцентриситет орбиты	Масса, кг
Веста	265	355,5	3,63	0,091	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	397	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	417	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	417	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	402	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	363	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	418,5	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Первая космическая скорость для астероида Веста составляет более 270 м/с.
- 2) Большие полуоси орбит астероидов Церера и Паллада одинаковы, значит, они движутся по одной орбите друг за другом.
- 3) Средняя плотность астероида Церера составляет примерно 2050 кг/м<sup>3</sup>.
- 4) Первая космическая скорость для астероида Юнона составляет более 10 км/с.
- 5) Орбита астероида Аквитания находится между орбитами Марса и Юпитера.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. При закалке стальную деталь массой 200 г опустили в масло массой 2 кг при температуре  $10^\circ\text{C}$ . При этом температура масла поднялась до  $35^\circ\text{C}$ . Считая, что удельная теплоёмкость масла в 3 раза больше удельной теплоёмкости стали, определите начальную температуру детали.

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

26. Определите КПД источника тока с ЭДС 12 В, если при силе тока 15 А источник отдаёт во внешнюю цепь мощность 135 Вт.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Пользуясь рисунком 268, определите, отдавал или получал теплоту идеальный газ на участках 1–2 и 2–3.

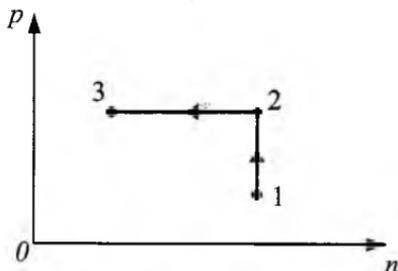


Рис. 268

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Пуля, летящая со скоростью 141 м/с, попадает в доску и проникает на глубину 6 см. Считая движение пули равнозамедленным, определите её скорость на глубине 3 см.

29. Первую половину времени тело движется со скоростью 20 м/с под углом  $60^\circ$  к заданному направлению, а вторую половину времени — под углом  $120^\circ$  к тому же направлению со скоростью 40 м/с. Какова средняя скорость движения?

30. В сосуд объёмом  $10 \text{ дм}^3$ , наполненный сухим воздухом под давлением  $10^5 \text{ Па}$  и температуре 273 К, вводят 3 г воды. Затем сосуд нагревают до температуры 373 К. Каково давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре?

31. В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное электрические поля с напряжённостью  $E_{\text{г}} = 400 \text{ В/м}$  и  $E_{\text{в}} = 300 \text{ В/м}$ , вдоль направления силовой линии результирующего электрического поля влетает электрон, скорость которого на пути 2,7 мм изменяется в два раза. Определите скорость электрона в конце пути.

32. В вакууме находятся два электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью  $C$ . При длительном освещении катода светом с частотой  $10^{15} \text{ Гц}$  фототок, возникающий в начале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $10^{-18} \text{ Кл}$ . Какова ёмкость  $C$  конденсатора, если работа выхода электронов равна  $4,12 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ?

## Вариант № 21

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 269 приведена зависимость проекции на ось  $x$  скорости движения тела от времени. Чему равен модуль перемещения тела за первые 8 с движения?

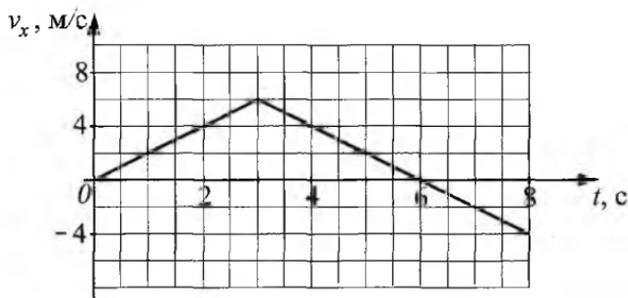


Рис. 269

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Вокруг планеты  $A$  движется спутник по круговой орбите радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Вокруг планеты  $B$  движется другой спутник по круговой орбите вдвое меньшего радиуса и имеет вдвое большую скорость. Каково отношение масс планет  $M_A/M_B$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

3. Чему равен модуль изменения импульса шарика массой 1 кг, падающего с высоты 20 м на горизонтальную поверхность, после абсолютно упругого удара?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

4. Какова должна быть высота жидкости в цилиндрическом стакане радиусом  $R$ , чтобы силы давления на дно и его стенку были равны?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot R$ .

5. На рисунке 270 приведён график зависимости скорости тела от времени.

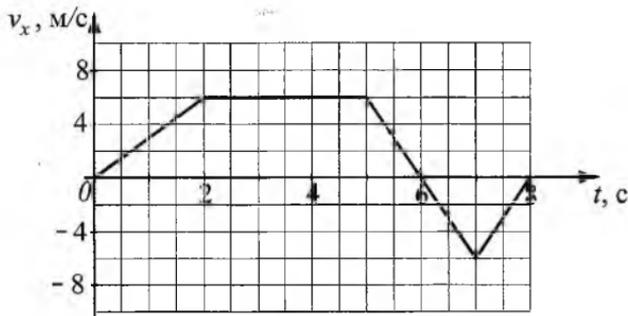


Рис. 270

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) На всём интервале времени движение равнопеременное.
- 2) На всём интервале времени движение равнозамедленное.
- 3) На всём интервале времени движение равноускоренное.
- 4) На интервале времени 6 с – 7 с движение равноускоренное.
- 5) На интервале времени 7 с – 8 с движение равноускоренное.

Ответ:

6. Автомобиль движется по горизонтальному пути с постоянной скоростью. Что произойдёт с силой трения колёс автомобиля о дорогу и весом автомобиля, если увеличить силу тяги двигателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Сила трения колёс	Вес автомобиля

7. Два тела равной массой  $m$  движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v$  и абсолютно неупруго сталкиваются друг с другом. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) суммарный импульс тел после удара	1) $2mv$
Б) суммарный импульс тел до удара	2) 0
	3) $mv$
	4) $\frac{mv}{2}$

Ответ:

А	Б

8. Чему равно отношение средних квадратичных скоростей гелия и неона, находящихся в одном сосуде? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. Какое количество теплоты получено одноатомным идеальным газом в количестве 1,5 моль, если над ним была совершена работа в 3600 Дж и при этом температура газа увеличилась на 230 °С?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Какое количество теплоты получили 10 моль одноатомного идеального газа в ходе изобарического процесса, если его нагрели на 10 °С?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

11. На графике на рисунке 271 представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание 1 кг некоторого вещества, при различных значениях температуры  $t$  этого вещества. Погрешность измерения количества теплоты  $\Delta Q = \pm 500$  Дж, температуры  $\Delta t = \pm 2$  К.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Удельная теплоёмкость зависит от температуры.
- 2) При охлаждении 1 кг вещества на 20 К выделится 12 000 Дж.
- 3) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно 80 кДж.
- 4) Для нагревания до 363 К необходимо сообщить больше 50 кДж.

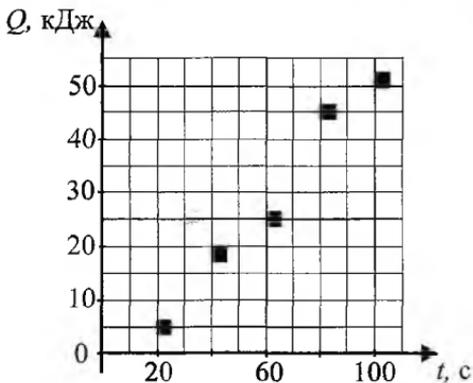


Рис. 271

5) Удельная теплоёмкость вещества примерно равна  $600 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

Ответ:

12. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Если при нагревании газа его давление остаётся постоянным, то как изменятся объём газа и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Плотность газа

13. Два точечных электрических заряда  $+q$  и  $-q$  на расстоянии  $2a$  друг от друга закреплены так, как показано на рисунке 272. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке  $A$ ? *Ответ запишите словом (словами).*

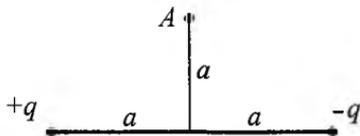


Рис. 272

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Каково напряжение на резисторе в цепи постоянного тока, если при протекании электрического заряда в 300 Кл через него выделилось 2700 Дж энергии?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Каков по модулю магнитный поток в катушке в момент времени 12 с, если на рисунке 273 приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивностью 2,5 Гн от времени?

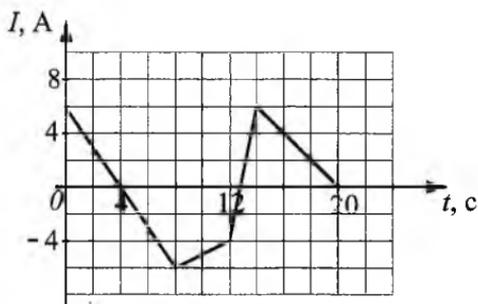


Рис. 273

Ответ: \_\_\_\_\_ Вб.

16. На рисунке 274 приведена зависимость силы тока в катушке индуктивностью 10 мГн от времени.

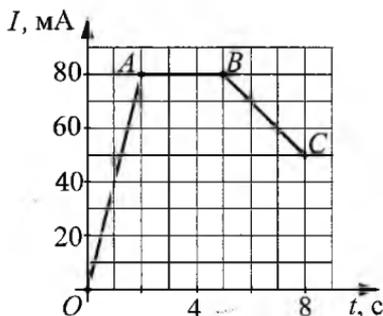


Рис. 274

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) На участке  $OA$  ЭДС самоиндукции равна 0,8 мВ.
- 2) На участке  $OA$  ЭДС самоиндукции равна 0,4 мВ.
- 3) На участке  $BC$  ЭДС самоиндукции положительна.

- 4) На участке  $OB$  ЭДС самоиндукции возрастает.  
 5) На участке  $BC$  ЭДС самоиндукции равна нулю.

Ответ:

17. Световая волна переходит из среды, в которой её скорость равна  $v$ , в среду, где её скорость меньше. Что происходит с частотой волны и периодом её колебаний?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается  
 2) уменьшается  
 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	Период колебаний

18. Плоский воздушный конденсатор заряжен до напряжения  $U$ . Площадь обкладок конденсатора  $S$ , расстояние между его пластинами  $d$ . Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Единицы измерения
А) напряжённость поля в конденсаторе	1) В
Б) энергия конденсатора	2) Дж
	3) эВ
	4) В/м

Ответ: 

А	Б

19. При бомбардировке ядер изотопа азота  ${}^7_{14}\text{N}$  нейтронами образуется изотоп бора  ${}^5_{11}\text{B}$ : Каковы заряд образовавшейся частицы и её массовое число?

Заряд частицы	Массовое число

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Какова энергия связи ядра  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ , если его удельная энергия связи равна 8,791 МэВ/нуклон?

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-11</sup> Дж.

21. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом длиной волны 500 нм. Что произойдёт с частотой падающего света и импульсом фотонов, вылетающих электронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны 400 нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота света	Импульс фотона

22. Запишите показания прибора, если погрешность измерения составляет половину цены деления шкалы (см. рис. 275).

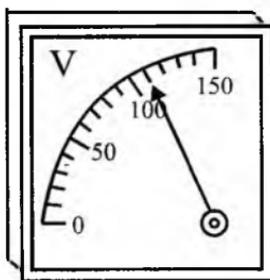


Рис. 275

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Из приведённого списка выберите два предмета, необходимых для измерения коэффициента трения скольжения стального бруска по наклонной плоскости.

- 1) линейка

- 2) динамометр
- 3) транспортер
- 4) стальной брусок
- 5) деревянный брусок

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$5 \cdot 10^{-5}$
$\epsilon$ Возничего	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-3}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
$\alpha$ Центавра	5730	1,02	1,2	0,80

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура на поверхности Ригеля примерно в 2 раза выше, чем на поверхности Солнца.
- 2) Звезда Альдебаран относится к гигантам спектрального класса G.
- 3) Наименьшая плотность по отношению к плотности воды у Сириуса В.
- 4) Ригель — звезда-сверхгигант.
- 5) Самая большая масса у Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. При нагревании идеального газа в закрытом сосуде на  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  его давление возросло в 1,4 раза. Какова была начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

26. Три последовательно соединённых резистора  $R_1 = 3\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 9\text{ Ом}$  подключены к источнику с напряжением 24 В. Какова сила тока в этой цепи, если напряжение на третьем резисторе равно 3 В?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Имеются две электрические лампочки накаливания. На одной из них написано  $U = 220\text{ В}$ ,  $W = 60\text{ Вт}$ , на другой —  $U = 220\text{ В}$ ,  $W = 40\text{ Вт}$ . Лампочки включили последовательно в сеть напряжением 220 В. Какая из них будет гореть ярче? Объясните ответ на основе физических законов.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Первый раз тело бросают горизонтально с высоты 2 м со скоростью 3,4 м/с, а второй раз горизонтально с высоты 8 м. Причём дальность полёта в обоих случаях одинакова. Какова начальная скорость тела во втором случае?

29. Полый шар из чугуна плавает в воде, погрузившись в неё ровно наполовину. Найдите объём внутренней полости шара. Масса шара 5 кг, плотность чугуна  $7800 \text{ кг/м}^3$ .

30. Чтобы охладить 200 г воды при температуре  $25^\circ\text{C}$ , в неё бросают кубики льда объёмом  $6,4 \text{ см}^3$  каждый при температуре  $-5^\circ\text{C}$ . Какое наименьшее число кубиков надо бросить в воду, чтобы её температура стала не выше  $5^\circ\text{C}$ ?

31. Найдите заряд на конденсаторе в схеме на рисунке 276.

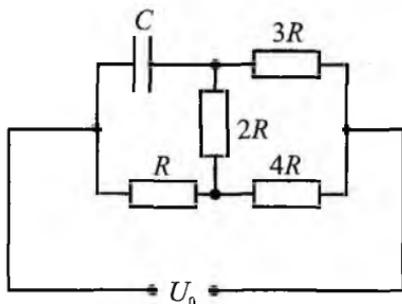


Рис. 276

32. На рисунке 277 приведён график зависимости силы тока от напряжения при фотоэффекте. Какова частота падающего на фотокатод света, если при его мощности  $0,13 \text{ Вт}$  один из 30 фотонов выбивает один электрон?

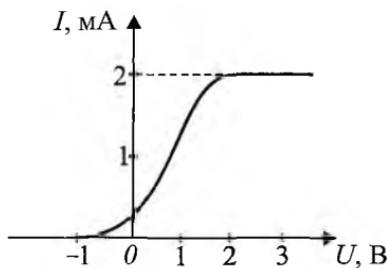


Рис. 277

## Вариант № 22

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 278 приведена зависимость проекции на ось  $x$  скорости движения тела от времени. Найдите среднюю путевую скорость движения тела за первые 8 с.

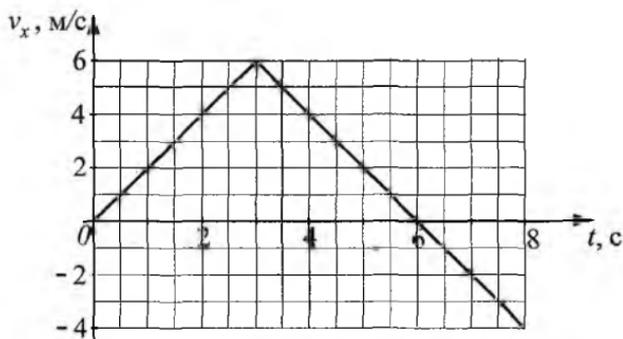


Рис. 278

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Чему будет равна сила трения, если на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной плоскости, подействовать горизонтальной силой 3 Н? Коэффициент трения между телом и плоскостью равен 0,2.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Чему равна скорость отката пушки, масса которой с ядром равна 900 кг, если она выстреливает ядро массой 50 кг с начальной скоростью 200 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту? Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. С какой силой бревно массой 100 кг, лежащее на двух опорах, если левая опора подпирает край бревна, а правая находится на расстоянии четверти длины бревна от его правого края, давит на левую опору? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. Шарик массой  $m$  (см. рис. 279) абсолютно упруго соударяется со стенкой.



Рис. 279

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) После удара импульс шарика не изменится.
- 2) После удара импульс шарика не изменится по модулю.
- 3) Модуль изменения импульса шарика после удара равен  $2mV$ .
- 4) Модуль изменения импульса шарика после удара равен 0.
- 5) Изменение импульса после удара равно 0.

Ответ:

6. Воздушный шар начинает подниматься с Земли. Как изменились при этом сила тяжести, действующая на шар, и сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести, действующая на шар	Сила Архимеда

7. На тело действует постоянная сила, под действием которой изменяется импульс тела. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ускорение	1) $\frac{m\Delta t}{\Delta p}$
Б) сила	2) $\frac{\Delta p}{m\Delta t}$
	3) $\frac{\Delta p}{\Delta t}$
	4) $\frac{m\Delta p}{\Delta t}$

Ответ:

А	Б

8. Какое количество газа находится в баллоне объёмом  $0,1 \text{ м}^3$  под давлением  $10^5 \text{ Па}$  при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

9. Какую часть идеального газа выпустили из сосуда, если при этом его температура уменьшилась в 3 раза, а давление уменьшилось в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 40%. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 280 приведена зависимость температуры от времени при нагревании некоторого вещества. Первоначально вещество находилось в жидком состоянии.

Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура кипения равна  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 2) Теплоёмкости в жидком и газообразном состоянии одинаковы.
- 3) Наибольшей внутренней энергией вещество обладает в точке  $C$ .
- 4) Наименьшей внутренней энергией вещество обладает в точке  $A$ .
- 5) В точке  $D$  вещество находится в жидком состоянии.

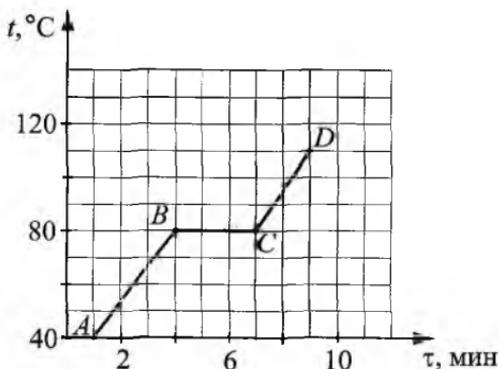


Рис. 280

Ответ:

12. По мере понижения температуры воды от  $10^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  вода находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс кристаллизации и охлаждения льда. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время охлаждения льда и кристаллизации воды, и если изменялась, то как? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивалась
- 2) уменьшалась
- 3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия при охлаждении льда	Внутренняя энергия при кристаллизации воды

13. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на положительно заряженную частицу, движущуюся так, как показано на рисунке 281? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. В электрическую цепь из двух последовательно подключённых резисторов  $R_1 = 12 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 8 \text{ Ом}$  параллельно первому резистору включают третий резистор сопротивлением  $R_3 = 6 \text{ Ом}$ . Какова будет сила тока через резистор  $R_2$ , если напряжение на участке цепи равно  $46 \text{ В}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

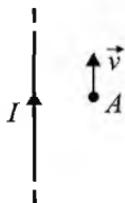


Рис. 281

15. Каково фокусное расстояние собирающей линзы, в которой действительное изображение предмета, расположенного на расстоянии 50 см, увеличивается в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_.

16. В таблице приведена зависимость силы тока в цепи, показанной на рисунке 282, от времени после замыкания ключа. Сопротивление резистора равно 40 Ом.

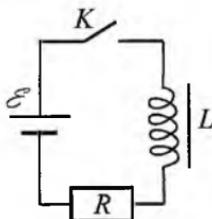


Рис. 282

$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите два утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила тока линейно зависит от времени.
- 2) Через 4 с сила тока стала постоянной.
- 3) В момент времени  $t = 1$  с напряжение на резисторе равно 7,6 В.
- 4) Сила тока растёт с увеличением времени.
- 5) Напряжение на резисторе определить невозможно.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Затем пространство между пластинами заполнили диэлектриком. Как при этом изменились ёмкость конденсатора и заряд на нём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Заряд конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процессы в колебательном контуре, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) максимальная энергия катушки	1) $\frac{CU^2}{S}$
Б) максимальная энергия конденсатора	2) $\frac{CU^2}{2}$
	3) $\frac{LI^2}{2}$
	4) $\frac{LI}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро бериллия  ${}^9_4\text{Be}$ , поглотив дейтрон  ${}^2_1\text{H}$ , превращается в ядро бора  ${}^{10}_5\text{B}$ . Каковы заряд образовавшейся частицы и её массовое число?

Заряд частицы	Массовое число

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Имеется  $2 \cdot 10^{10}$  ядер изотопа  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$  с периодом полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися  $0,25 \cdot 10^{10}$  ядер?

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Установите соответствие между описанием приборов (устройств) и их названиями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Описание прибора	Название прибора
А) устройство, в котором возникает монохроматическое излучение	1) лазер
Б) устройство, в котором возникает управляемая ядерная реакция	2) ядерный реактор
	3) фотоэлемент
	4) атомная бомба

Ответ:

А	Б

22. Запишите показания прибора, если погрешность измерения составляет цену деления шкалы (см. рис. 283).

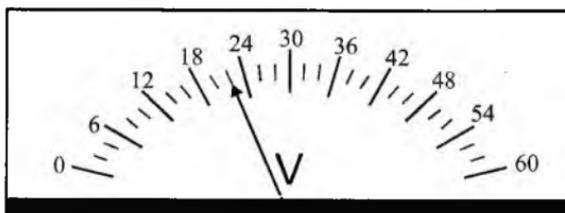


Рис. 283

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Какие два предмета следует выбрать из списка для определения ускорения свободного падения?

- 1) нитяной маятник
- 2) весы
- 3) линейка
- 4) секундомер
- 5) мензурка с водой

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о Солнечной системе.

	Звёздный период обращения, годы	Синодический период обращения, сутки	Среднее расстояние от Солнца, млн км	Масса (в массах Земли)
Меркурий	0,241	116	58	0,06
Венера	0,615	584	108	0,82
Земля	1,000	—	150	1,00
Марс	1,881	780	228	0,11
Юпитер	11,86	399	778	318
Сатурн	29,46	378	1426	95,1
Уран	84,01	370	2869	14,5
Нептун	164,8	368	4496	17,3
Солнце	—	—	—	330 000

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет Солнечной системы, и укажите их номера.

- 1) Ближе всего к Солнцу расположена Земля.
- 2) Юпитер — самая большая планета.
- 3) Масса Солнца в 330 тысяч раз больше массы Земли.
- 4) Марс — самая маленькая планета.
- 5) Всего в Солнечной системе существует 9 планет.

Ответ:

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 400 м/с, попадает в стенку и застревает в ней. Определите, на сколько градусов нагреется пуля, если 20 % её кинетической энергии идёт на нагревание пули?

Ответ: на \_\_\_\_\_ °С.

26. К потолку комнаты высотой 4 м прикреплена люминесцентная лампа длиной 2 м. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м так, что центр лампы и диска лежат на одной вертикали. Каково наибольшее расстояние между крайними точками тени на полу?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. Пластины плоского конденсатора соединили проводниками с шариком и корпусом электрометра (см. рис. 284). Одну из пластин зарядили. Как изменятся показания электрометра, если конденсатор заполнить диэлектриком? Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

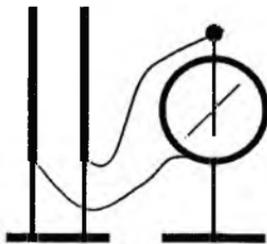


Рис. 284

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Точка движется вдоль оси  $x$  по закону  $x = 5 + 4t - 2t^2$ . Чему равна координата, в которой скорость точки обращается в нуль?

29. Два тела брошены вертикально вверх из одной точки с интервалом времени 2 с с одинаковыми начальными скоростями 50 м/с. Через сколько времени и на какой высоте они встретятся?

30. На дне цилиндра, наполненного воздухом (считать идеальным газом) при температуре 290 К, плотность которого  $1,29 \text{ кг/м}^3$ , лежит полый металлический шарик массой 10 г и радиусом 1 см. До какого давления надо сжать воздух в цилиндре, чтобы шарик начал подниматься?

31. Прямолинейный проводник массой 0,03 кг, по которому протекает ток силой 5 А, поднимается вертикально вверх в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл, двигаясь к линиям магнитного поля под углом  $30^\circ$ . Через 2 с проводник приобретает скорость 4 м/с. Какова длина проводника?

32. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны 83 нм. На какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряжённостью  $7,5 \text{ В/см}$ ? «Красная граница» для алюминия 332 Нм.

## Вариант № 23

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 285 приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  некоторого тела от времени  $t$ . Найдите наибольшее ускорение, с которым тело двигалась в течение первой минуты.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

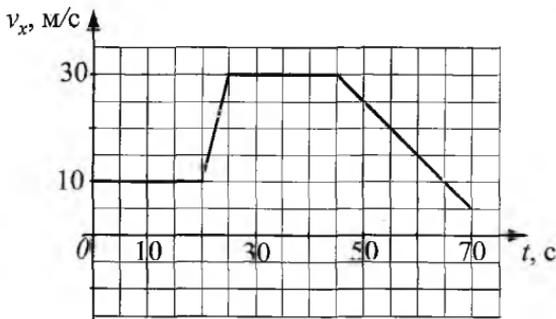


Рис. 285

2. Брусок массой 0,5 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом (см. рис. 286). Какова сила трения, действующая на брусок?

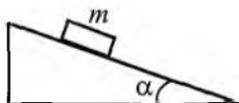


Рис. 286

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 8 с импульс тела уменьшился на  $32 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Найдите, чему равен модуль силы.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4. Деревянный кубик имеет объём  $120 \text{ см}^3$ . Найдите, какая выталкивающая сила действует на него при полном погружении в воду.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке 287 представлен график зависимости координаты  $x$  этой точки от времени  $t$ .

Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Через полчаса тело вернулось в первоначальную точку.
- 2) Первые пять минут тело двигалось равномерно.
- 3) За первые 15 минут тело прошло 10 м.
- 4) За полчаса движения было сделано 2 одинаковых по длительности остановки.
- 5) С 20-й по 30-ю минуту тело двигалось со скоростью  $1,5 \text{ м/мин}$ .

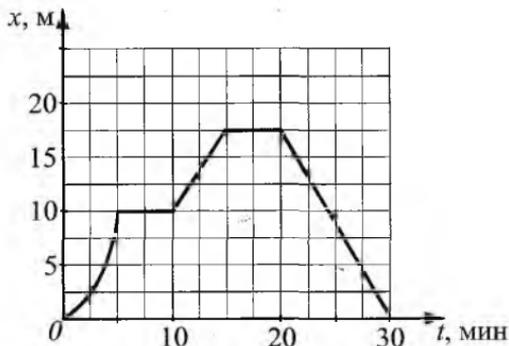


Рис. 287

Ответ:

6. В первой серии опытов по исследованию малых колебаний разных грузиков на нерастяжимой нити одинаковой длины использовался железный грузик, во второй — деревянный такого же объёма. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика, если максимальный угол отклонения нити от вертикали в обоих исследованиях был одинаковым?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний грузика	Максимальная кинетическая энергия грузика

7. Установите соответствие между физической величиной и её выражением через основные единицы СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Её выражение в СИ
А) сила	1) $\frac{М}{с^2}$
Б) работа	2) $\frac{кг}{м \cdot с^2}$
	3) $\frac{кг \cdot м}{с^2}$
	4) $\frac{кг \cdot м^2}{с^2}$

Ответ: 

А	Б

8. Газ, объём которого 4,155 л, находится в баллоне при температуре 27 °С и давлении 600 кПа. Какое количество вещества содержится в газе?

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

9. За цикл тепловая машина получила 50 Дж теплоты. Найдите, сколько теплоты получил холодильник, если коэффициент полезного действия этой машины 20 %.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. На графике (см. рис. 288) представлена зависимость температуры тела массой 500 г от подводимого к нему количества теплоты. Найдите удельную теплоёмкость вещества в этом процессе.

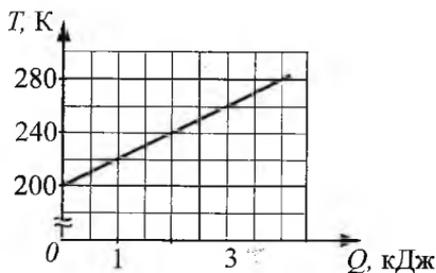


Рис. 288

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · К).

11. На рисунке 289 в координатах  $pV$  показан циклический процесс 1–2–3–4–1, который совершает 1 моль идеального одноатомного газа.

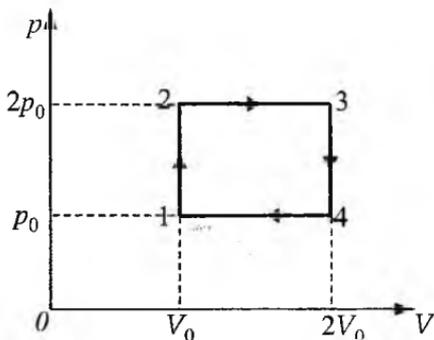


Рис. 289

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В процессе 2–3 над газом совершают работу внешние силы.
- 2) В процессе 3–4 внутренняя энергия газа не изменяется.
- 3) В процессе 1–2 газ не совершает работы.
- 4) Максимальную работу в этом циклическом процессе газ совершает на участке 2–3.
- 5) В процессе 4–1 температура газа увеличилась в 2 раза.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке 290 показан график изменения температуры  $T$  вещества по мере поглощения им количества теплоты  $Q$ . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Тепловые процессы	Участки графика
А) кипение жидкости	1) $AB$
Б) плавление твёрдого тела	2) $BC$
	3) $CD$
	4) $DE$

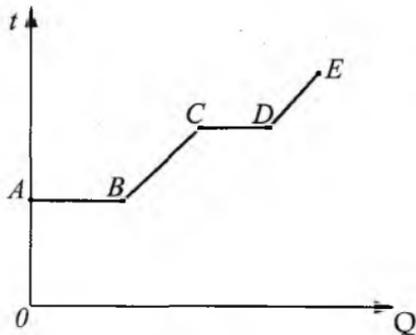


Рис. 290

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б

13. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на заряд  $q$ , расположенный в центре квадрата, в вершинах которого находятся заряды величины  $q$ ,  $-q$ ,  $2q$  и  $-2q$  (см. рис. 291). *Ответ запишите словом (словами).*

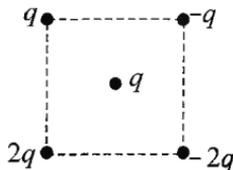


Рис. 291

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. По резистору течёт постоянный ток. На рисунке 292 приведён график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора 2 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. Прямолинейный проводник длиной 10 см, по которому течёт электрический ток, расположен в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл под углом  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции. Сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна 0,5 Н. Какова сила тока в проводнике?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

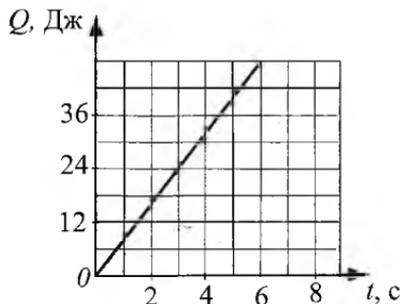


Рис. 292

16. На рисунке 293 представлены предмет  $AB$  и его изображение  $A'B'$  в собирающей линзе.

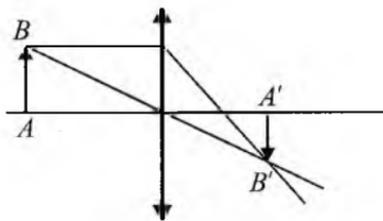


Рис. 293

Используя рисунок, выберите два верных утверждения.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы.
- 3) Изображение, полученное с помощью линзы, мнимое.
- 4) Предмет расположен между фокусом и двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 5) Изображение, полученное с помощью линзы, действительное.

Ответ:

17. Между пластинами заряженного плоского конденсатора поместили диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 4$  так, что он наполовину заполнил объём между пластинами. Как изменились ёмкость конденсатора и заряд на его пластинах, если конденсатор отключён от источника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Заряд на пластинах конденсатора

18. Частица с массой покоя  $m$  движется со скоростью  $v = 0,9c$ , где  $c$  — скорость света в вакууме. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) энергия частицы, движущейся со скоростью, близкой скорости света	1) $mc^2$
Б) импульс частицы, движущейся со скоростью, близкой скорости света	2) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	3) $\frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	4) $\frac{mc}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Ответ:

А	Б

19. Определите, сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома азота  ${}^1_7\text{N}$ .

Число протонов	Число нейтронов

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Период полураспада изотопа натрия равен 2,6 года. Если изначально было 200 г этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

21. Радиоактивное ядро претерпело ряд  $\alpha$ -распадов. Как при этом изменились число нуклонов в ядре и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Зарядовое число ядра

22. Определите показания амперметра (см. рис. 294), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.

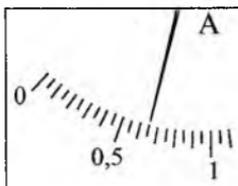


Рис. 294

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения железа по дереву. Для этого школьник взял железный брусок с крючком. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) линейка
- 2) деревянная рейка
- 3) железная рейка
- 4) секундомер
- 5) динамометр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы. Информация о периодах обращения различных планет представлены в земных часах, сутках и годах.

Планета	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Первая космическая скорость, км/с	Диаметр в районе экватора, км
Меркурий	87,97 суток	58,6 суток	3,05	4878
Венера	224,7 суток	243 суток 27 минут	7,356	12 104
Земля	365,3 суток	23 часа 56 минут	7,91	12 756
Марс	687 суток	24 часа 37 минут	3,546	6794
Юпитер	11 лет 315 суток	9 часов 54 минуты	43	142 800
Сатурн	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	25	120 660
Уран	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	15,6	51 118
Нептун	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	16,7	49 528

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) За венерианский год на этой планете проходит около 200 венерианских суток.
- 2) Угловая скорость вращения Марса вокруг своей оси меньше, чем у Юпитера.
- 3) Ускорение свободного падения на Нептуне меньше, чем на Юпитере.
- 4) Вторая космическая скорость для спутника Марса составляет примерно 5 км/с.
- 5) Сутки на планете Сатурн длятся дольше, чем сутки на Земле.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Какое количество теплоты необходимо для превращения 250 г льда, взятого при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ , в воду, имеющую температуру  $10^{\circ}\text{C}$ ? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

26. Каковы потери мощности в медных проводах длиной 200 м и сечением  $500\text{ мм}^2$  сварочного аппарата, если сила тока в них 100 А?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунке 295. Конденсаторы имеют одинаковую площадь пластин, но во втором случае между пластинами конденсатора вставили диэлектрик. В некоторый момент времени ключи  $K$  в обеих схемах переводят из положения 2 в положение 1. Объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Соппротивлением соединяющих проводов пренебречь.

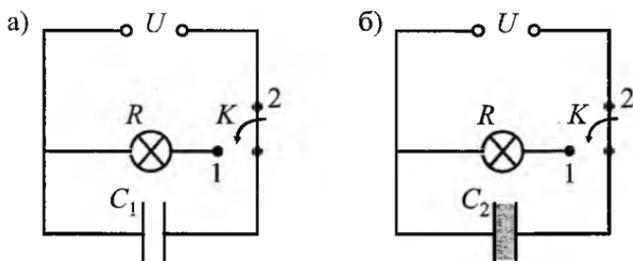


Рис. 295

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. С некоторой высоты вертикально вниз бросают мяч. Абсолютно упруго отразившись от горизонтальной поверхности, мяч поднимается вертикально вверх на 1 м выше того уровня, с которого был брошен. С какой скоростью бросили мяч? Ответ округлите до десятых.

29. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросая вперёд в горизонтальном направлении предмет массой 0,5 кг, откатывается назад на 0,45 м. Найдите скорость, с которой был брошен предмет, если коэффициент трения коньков о лёд 0,01.

30. В баллоне вместимостью  $V = 3$  л при температуре  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  находится гелий под давлением  $p_1$ . После того как из баллона был израсходован гелий массой  $m = 20$  г, температура в баллоне понизилась до  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ , а давление стало равным  $p_2 = 1$  МПа. Определите, чему было равно первоначальное давление  $p_1$  газа в баллоне.

31. Два параллельно соединённых элемента с одинаковыми ЭДС  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 8$  В и внутренними сопротивлениями  $r_1 = 3$  Ом и  $r_2 = 2$  Ом замкнуты на внешнее сопротивление  $R = 2,8$  Ом. Какую силу тока покажет амперметр при замкнутом ключе К (см. рис. 296)?

32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_3$  в состояние  $E_2$  он испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон

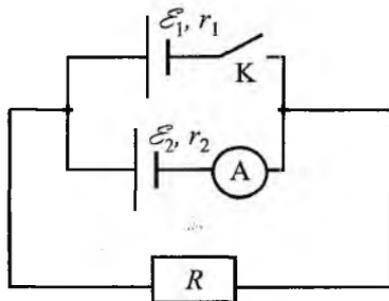


Рис. 296

выбивает фотоэлектрон. Найдите максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектрона, если длина волны света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, равна 820 нм.

## Вариант № 24

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. На рисунке 297 приведён график зависимости координаты  $x$  некоторого тела от времени  $t$ . Найдите среднюю скорость этого тела на всём пути, пройденном за первые 8 минут движения.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/мин.

2. Тело движется по поверхности стола под действием горизонтальной силы тяги 3 Н с ускорением, равным  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Сила трения составляет 0,4 Н. Чему равна масса данного тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

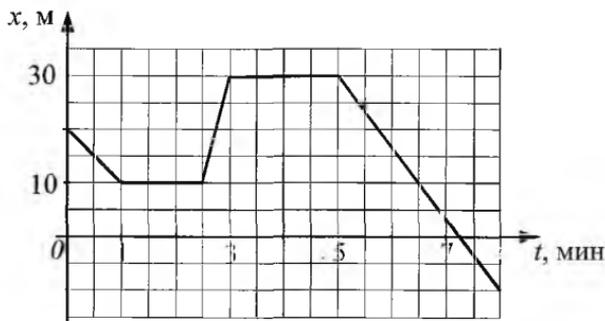


Рис. 297

3. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы величиной 4 Н за 5 с импульс тела уменьшился и стал равен  $12 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему был равен первоначальный импульс тела?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ .

4. Кубик плавает на поверхности воды, погрузившись в неё на 80% своего объёма. Найдите плотность вещества, из которого сделан кубик.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг/м}^3$ .

5. Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке 298 представлен график зависимости проекции скорости  $v_x$  этой точки от времени  $t$ .

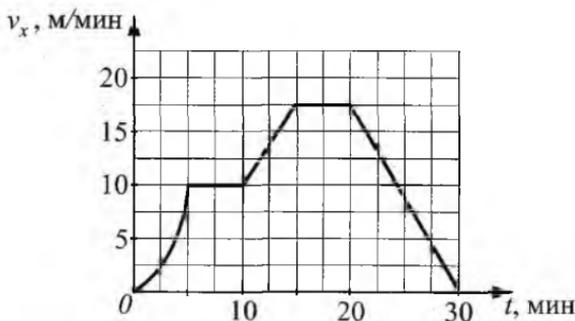


Рис. 298

Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Через полчаса тело вернулось в первоначальную точку.
- 2) Первые пять минут тело двигалось равноускоренно.
- 3) С 15-й по 20-ю минуту тело двигалось равномерно.

- 4) За полчаса движения было сделано 2 одинаковых по длительности остановки.
- 5) С 20-й по 30-ю минуту тело двигалось равнозамедленно с ускорением  $-1,75 \text{ м/мин}^2$ .

Ответ: 

--	--

6. Груз совершает горизонтальные колебания на пружине. Как изменятся полная энергия системы и период колебаний груза, если, оставив величину начального отклонения груза из положения равновесия неизменным, заменить пружину на другую, с ббльшим коэффициентом жёсткости?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная энергия системы	Период колебаний

7. Установите соответствие между физической величиной и её выражением через основные единицы СИ.

Физическая величина	Её выражение в СИ
А) импульс	1) $\text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$
Б) давление	2) $\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$
	3) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$
	4) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

8. 2 моль идеального газа изохорно охлаждаются на 250 К, при этом его давление уменьшается в 2 раза. Какова первоначальная абсолютная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

9. Температура нагревателя 177 °С. Определите температуру холодильника, если известно, что коэффициент полезного действия этого двигателя равен 45%.

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

10. Чтобы нагреть 20 г графита на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 15 Дж. Чему равна удельная теплоёмкость этого вещества?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/(кг · К).

11. На рисунке 299 показан график в координатах  $pT$  циклического процесса, проведённого с 2 моль идеального одноатомного газа.

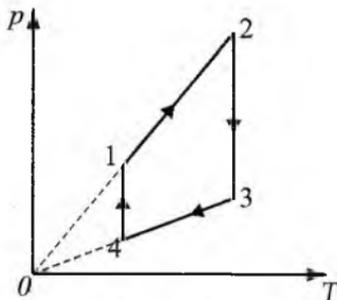


Рис. 299

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В процессе 1–2 объём, занимаемый газом, растёт.
- 2) В процессе 4–1 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) Газ за цикл совершает отрицательную работу.
- 4) В процессе 2–3 газ изотермически расширяется.
- 5) В процессе 3–4 газ не совершает работы.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находится газообразное вещество массой  $m$ . Цилиндр стали охлаждать. На рисунке 300 показан график изменения температуры  $t$  вещества по мере отвода от него количества теплоты  $Q$ . Устано-

вите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

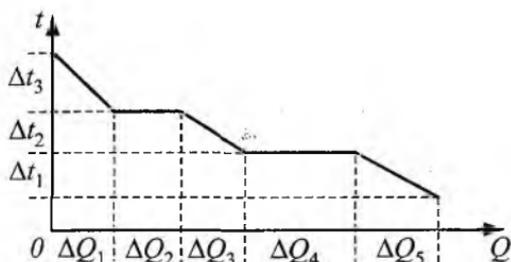


Рис. 300

Формулы	Физические величины
А) $\frac{\Delta Q_4}{m}$	1) удельная теплота плавления
Б) $\frac{\Delta Q_3}{m\Delta t_2}$	2) удельная теплота парообразования
	3) удельная теплоёмкость твёрдого вещества
	4) удельная теплоёмкость жидкости

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

13. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на заряд  $-q$ , расположенный в центре квадрата, в вершинах которого находятся заряды величиной  $q$ ,  $2q$ ,  $3q$  и  $4q$  (см. рис. 301). Ответ запишите словом (словами).

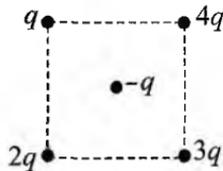


Рис. 301

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. При прохождении по проводнику электрического тока силой 4 А в течение 2,5 мин совершается работа 100 кДж. Найдите, чему равно сопротивление проводника. Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. Участок проводника длиной 30 см находится в магнитном поле индукцией 200 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 5 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 10 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

Ответ: \_\_\_\_\_ мДж.

16. На рисунке 302 представлены предмет  $AB$  и его изображение  $A'B'$  в собирающей линзе:

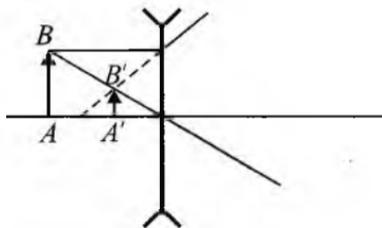


Рис. 302

Используя рисунок, выберите **два** верных утверждения.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен между линзой и её фокусом.
- 3) Изображение, полученное с помощью линзы, мнимое.
- 4) Предмет расположен между фокусом и двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 5) Изображение, полученное с помощью линзы, действительное.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Зазор между обкладками конденсатора увеличили в 4 раза, а их площадь уменьшили в 2 раза. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках? Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёлектроёмкость конденсатора	Заряд на пластинах конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $m$  — масса покоя частицы,  $c$  — скорость света).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) полная энергия тела массой $m$ , движущегося со скоростью $v$	1) $mc^2$ 2) 0
Б) энергия покоя тела массой $m$	3) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 4) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}}$

Ответ:

А	Б

19. Определите, сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома бериллия  ${}^9_4\text{Be}$ .

Число протонов	Число нейтронов

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа хрома  ${}^{51}_{24}\text{Cr}$  28 суток. Через какой период времени распадётся 75% ядер хрома в исследуемом образце?

Ответ: \_\_\_\_\_ суток.

21. Радиоактивное ядро претерпело  $2\alpha$ -распада и  $\beta$ -распад. Как при этом изменились число протонов и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов в ядре	Число нуклонов в ядре

22. Определите показания вольтметра (см. рис. 303), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления вольтметра.

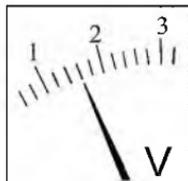


Рис. 303

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу линзы. Для этого школьник взял линзу и свечу. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) экран
- 2) призма
- 3) линейка
- 4) дифракционная решётка
- 5) мензурка

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы. Информация о периодах обращения различных планет представлена в земных часах, сутках и годах.

Планета	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Первая космическая скорость, км/с	Диаметр в районе экватора, км
Меркурий	87,97 суток	58,6 суток	3,05	4878
Венера	224,7 суток	243 суток 27 минут	7,356	12 104
Земля	365,3 суток	23 часа 56 минут	7,91	12 756
Марс	687 суток	24 часа 37 минут	3,546	6794
Юпитер	11 лет 315 суток	9 часов 54 минуты	43	142 800
Сатурн	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	25	120 660
Уран	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	15,6	51 118
Нептун	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	16,7	49 528

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Угловая скорость вращения Урана вокруг своей оси больше, чем у Марса.
- 2) За марсианский год на этой планете проходит 700 марсианских суток.
- 3) За венерианские сутки земля успевает совершить один оборот вокруг Солнца.
- 4) Для Марса вторая космическая скорость составляет примерно 3,5 км/с.
- 5) Ускорение свободного падения на Венере больше, чем на Марсе.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В калориметре смешали 3 л воды с температурой  $t_1 = 90^\circ\text{C}$ , 1 л воды с температурой  $t_2 = 50^\circ\text{C}$  и 2 л спирта с температурой  $t_3 = 50^\circ\text{C}$ . Найдите температуру образовавшейся смеси. Ответ округлите до десятых. Плотность спирта  $780\text{ кг/м}^3$ , удельная теплоёмкость спирта  $2500\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

26. Между полюсами электромагнита в горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией  $0,15\text{ Тл}$  находится прямолинейный проводник массой  $12\text{ г}$  и длиной  $0,4\text{ м}$ , подвешенный горизонтально на гибких проводах под прямым углом к магнитному полю (см. рис. 304). Через проводник пропускают ток. При какой силе тока исчезает натяжение проводов, поддерживающих проводник?

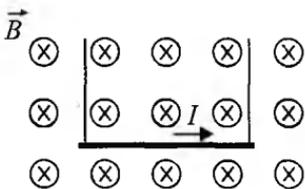


Рис. 304

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Первоначально конденсатор на электрической схеме, изображённой на рисунке 305, не заряжен. Опираясь на законы физики, найдите показа-

ние идеального вольтметра до замыкания ключа  $K$  и опишите изменения его показаний после замыкания ключа  $K$ .

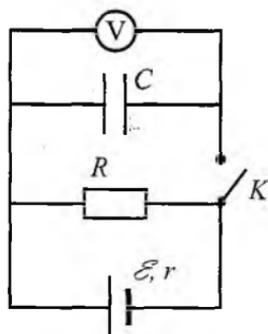


Рис. 305

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Пуля массой 75 г вылетает из ствола ружья вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Чему равна потенциальная энергия пули через 2 с после начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь, а потенциальную энергию пули отсчитывать от уровня старта.

29. Тонкий однородный стержень  $AB$  шарнирно закреплён в точке  $A$  и удерживается горизонтальной нитью  $BC$  (см. рис. 306). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня  $m = 2$  кг, угол его наклона к горизонту  $45^\circ$ . Найдите модуль силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

30. В сосуде находится смесь  $m_1 = 10$  г азота и  $m_2 = 20$  г углекислого газа при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 10^5$  Па. Найдите плотность смеси, считая газы идеальными. Ответ округлите до сотых.

31. Протон влетает в плоский горизонтально расположенный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью  $2 \cdot 10^5$  м/с. Напряжённость поля внутри конденсатора 3 кВ/м, длина его пластин 12 см. Найдите, во сколько раз скорость протона при вылете из конденсатора будет больше его начальной скорости. Ответ округлите до сотых.

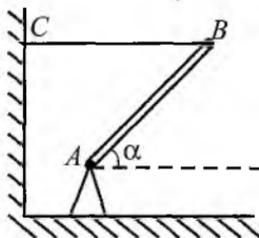


Рис. 306

32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_3$  в состояние  $E_2$  он испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Найдите максимально возможный модуль импульса фотоэлектрона, если частота волны света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, равна  $2 \cdot 10^{14}$  Гц.

## Вариант № 25

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Начальная скорость автомобиля, движущегося прямолинейно и равноускоренно, равна 10 м/с. Его конечная скорость через 20 с равна 30 м/с. Какой путь за это время прошёл автомобиль?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Мальчик стоит на напольных весах в лифте. Лифт начинает движение вверх с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . Что покажут весы в ходе этого движения, если в покоящемся лифте они показывали 35 кг?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

3. Самолёт летит с постоянной скоростью 400 м/с, при этом его двигатели развивают суммарную силу тяги 75 кН. Какова мощность силы тяги двигателей самолёта?

Ответ: \_\_\_\_\_ МВт.

4. Груз, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания (см. рис. 307). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 2 Дж. Какова амплитуда колебаний груза, если жёсткость пружины равна 400 Н/м?

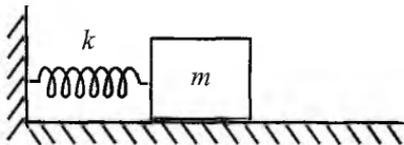


Рис. 307

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5. На рисунке 308 представлены графики зависимости координаты от времени для двух тел, движущихся вдоль оси  $Ox$ .

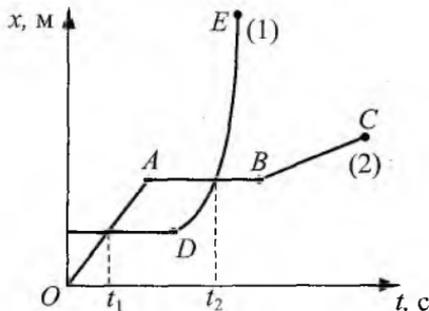


Рис. 308

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В момент времени  $t_2$  тело (1) двигалось равноускоренно.
- 2) Наибольшую скорость тело (2) имело на участке  $BC$ .
- 3) В момент времени  $t_1$  тело (2) обгоняет тело (1).
- 4) К моменту времени  $t_2$  тела (1) и (2) прошли одинаковое расстояние.
- 5) В момент времени  $t_2$  тело (2) обгоняет тело (1).

Ответ:

6. На покоящееся тело, находящееся на гладкой горизонтальной плоскости, начинают действовать две параллельные горизонтальные силы (см. рис. 309). Как изменялись при этом модуль ускорения тела и модуль скорости тела?

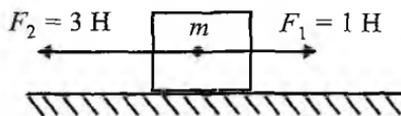


Рис. 309

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения	Модуль скорости

7. Тело скатывается по наклонной плоскости (см. рис. 310). Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

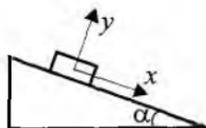


Рис. 310

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) проекция силы тяжести на ось $x$	1) $mg \operatorname{tg} \alpha$
Б) проекция силы тяжести на ось $y$	2) $mg \sin \alpha$
	3) $-mg \cos \alpha$
	4) $mg \cos \alpha$

Ответ: 

А	Б

8. Концентрация атомов гелия, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, увеличилась в 4 раза. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась его температура?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. Гелий массой 80 г нагрели при постоянном давлении, в результате чего он совершил работу 8,31 кДж. На сколько градусов при этом увеличилась температура газа?

Ответ: на \_\_\_\_\_ К.

10. Какое количество теплоты необходимо для плавления куска льда массой 2 кг, взятого при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

11. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рисунке 311 представлены экспериментально полученные графики зависимости температуры от времени нагревания.

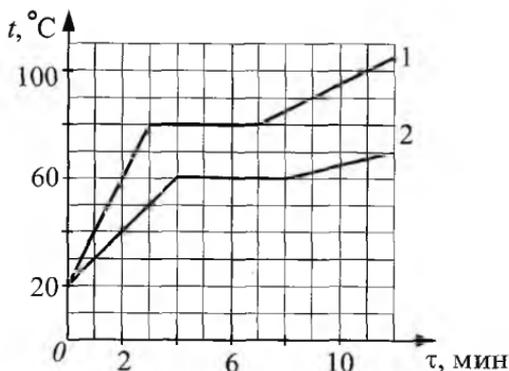


Рис. 311

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого вещества  $20^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Удельная теплота плавления первого вещества равна удельной теплоте плавления второго вещества.

- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в жидком состоянии больше удельной теплоёмкости второго вещества в жидком состоянии.
- 5) В момент времени  $\tau = 9$  мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ:

12. На рисунке 312 изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 1 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работы газа и работы внешних сил?

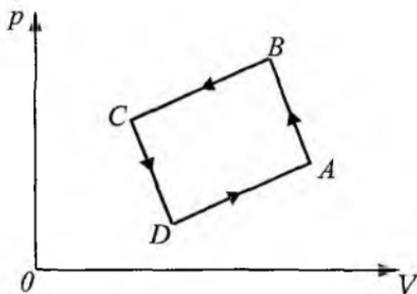


Рис. 312

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Процессы	Участки графика
А) работа внешних сил положительна и минимальна	1) $AB$
Б) работа газа положительна и минимальна	2) $BC$
	3) $CD$
	4) $DA$

Ответ: 

А	Б

13. Магнитное поле создано в точке  $A$  двумя параллельными длинными проводниками, по которым течёт ток  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа на рисунке 313 (ток  $I_1$  течёт в направлении «к

нам»,  $I_2$  — «от нас»). Как направлен в плоскости чертежа (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции создаваемого проводниками магнитного поля в точке  $A$ , находящейся посередине между проводниками? *Ответ запишите словом (словами).*

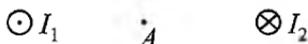


Рис. 313

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Чему равно полное сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке 314, при замкнутом ключе  $K$ ?

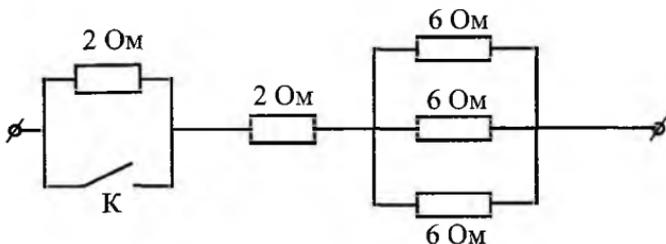


Рис. 314

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. На рисунке 315 приведён график зависимости силы тока  $I$  от времени  $t$  в катушке, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 0 до 10 с.

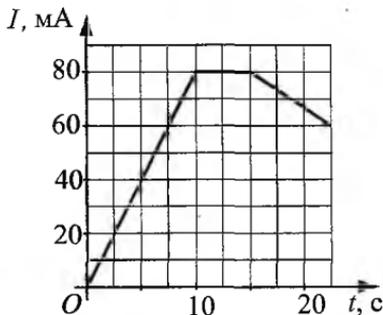


Рис. 315

Ответ: \_\_\_\_\_ мкВ.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, \text{мс}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, \text{мкКл}$	4	2	0	-2	-4	-2	0	2	4	2

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В начальный момент времени энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 2) Частота колебаний заряда на конденсаторе равна 125 Гц.
- 3) В момент  $t = 4$  мс энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент  $t = 6$  мс энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 5) В момент  $t = 6$  мс сила тока в контуре равна нулю.

Ответ:

17. Заряженная частица массой  $m$ , движущаяся со скоростью  $v$ , влетает в поле плоского конденсатора (см. рис. 316). Расстояние между пластинами конденсатора равно  $d$ , а напряжённость электрического поля между пластинами равна  $E$ . Пролетев конденсатор, частица отклоняется от первоначального направления на угол  $\alpha$ . Как изменятся модуль скорости вылетевшей частицы и угол  $\alpha$ , если увеличить напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора?

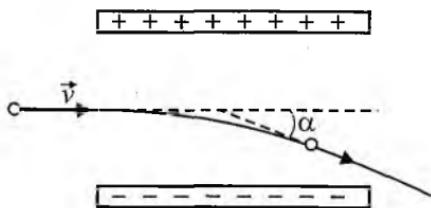


Рис. 316

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль скорости	Угол $\alpha$

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 400 мкФ и катушки индуктивностью 50 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой  $q(t) = 4 \cdot 10^{-4} \cos(2000 \cdot t)$  (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

Физические величины	Формулы
А) сила тока в колебательном контуре	1) $-0,8 \sin(2000 \cdot t + \pi/2)$
Б) напряжение на конденсаторе	2) $-0,8 \sin(2000 \cdot t)$
	3) $\cos(2000 \cdot t)$
	4) $100 \cos(2000 \cdot t)$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Основываясь на представленном фрагменте Периодической системы элементов Д. И. Менделеева (см. рис. 317), укажите количество электронов и нейтронов в нейтральном атоме бериллия.

Li литий 6,94	3	Be бериллий 9,013	4	B бор 10,82	5	C углерод 12,011	6	N азот 14,008	7	O кислород 16	8
---------------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	---------------------	---	---------------------	---

Рис. 317

Количество электронов	Количество нейтронов

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. В теории атома водорода Бора энергия его электрона вычисляется по формуле  $E_n = -13,6 \cdot \frac{1}{n^2}$  эВ. Если в основном состоянии энергия электрона

трона равна  $-13,6$  эВ, то при переходе электрона с 4-й орбиты на 2-ю выделяется квант с энергией, равной...

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. Фотон с длиной волны  $\lambda$  движется в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона ( $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме)? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) энергия фотона	1) $\frac{hc^2}{\lambda}$
Б) импульс фотона	2) $\frac{h}{\lambda}$
	3) $\frac{hc}{\lambda}$
	4) $\frac{h}{\lambda c}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. Ученик проводил измерения силы Архимеда с помощью динамометра (см. рис. 318). Найдите показания динамометра, если погрешность измерений равна половине цены деления шкалы прибора. Запишите в ответ показания динамометра в ньютонах с учётом погрешности измерений.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Н.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Ученику необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить, зависит ли выталкивающая сила, действующая на полностью погружённое в воду тело, от объёма тела. Для этого школьник взял сосуд с водой, динамометр и набор из шести грузов с крючками, характеристики которых приведены в таблице. Какие два груза необходимо взять ученику для проведения эксперимента?

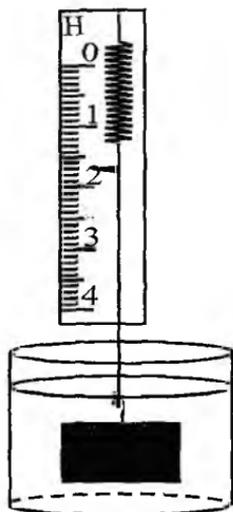


Рис. 318

Номер груза	Объём груза	Вещество, из которого сделан груз
1	20 см <sup>3</sup>	железо
2	20 см <sup>3</sup>	сталь
3	40 см <sup>3</sup>	железо
4	40 см <sup>3</sup>	алюминий
5	40 см <sup>3</sup>	алюминий
6	60 см <sup>3</sup>	пластилин

В ответе запишите номера выбранных грузов.

Ответ:

24. На рисунке 319 приведена эволюция средних по размеру (масса близка к массе Солнца) и больших звёзд. Цифрами обозначены основные этапы этой эволюции.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Цифрой 10 отмечена начальная стадия развития звезды.
- 2) На стадии, обозначенной цифрой 7, термоядерные реакции происходят внутри ядра звезды.
- 3) Цифрой 8 отмечены взрыв массивной звезды и превращение её в сверхновую.

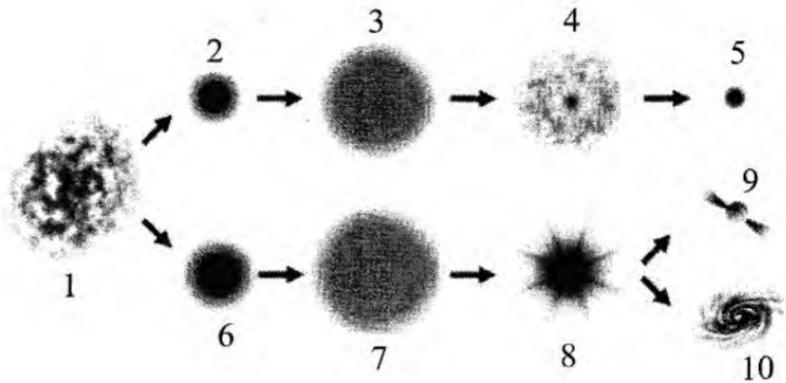


Рис. 319

- 4) Цифрой 5 отмечен белый карлик, в которого превращается средняя по размеру звезда в конечной стадии своей эволюции.
- 5) Цифрой 3 отмечено превращение средней по размеру звезды в красный гигант.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В лёд, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , помещают прогретый в кипящей воде стальной шарик объёмом  $1 \text{ дм}^3$ . Найдите, какая масса льда растает. Считать, что вся энергия, выделяющаяся при охлаждении шарика, расходуется на плавление льда. Плотность стали  $7800 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

26. Каков КПД электродвигателя токарного станка, если он потребляет ток  $12 \text{ А}$  при напряжении  $380 \text{ В}$  и развивает мощность  $4 \text{ кВт}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита. Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке 320. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси  $AB$ , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.

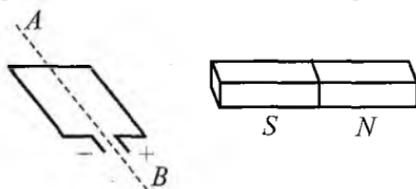


Рис. 320

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Пуля массой 10 г, движущаяся со скоростью 500 м/с, пробил доску и вылетела из неё со скоростью 100 м/с. Определите толщину доски, если средняя сила сопротивления, действующая на пулю в доске, равна 120 кН.

29. Сплошной кубик плотностью  $960 \text{ кг/м}^3$  плавает на границе раздела воды и керосина, погружаясь в воду на 5 см (см. рис. 321). Слой керосина располагается выше, чем верхняя поверхность кубика. Определите длину ребра кубика.

30. Свинцовая пуля ударяется о железную плиту и отскакивает от неё. На нагревание пули идёт 75 % потерянной ею механической энергии. Температура пули перед ударом  $t_1 = 40^\circ\text{C}$ . Какая часть пули расплавилась при ударе, если известно, что скорость пули перед ударом о плиту 350 м/с, а после удара 100 м/с? Температура плавления свинца  $327,5^\circ\text{C}$ .



Рис. 321

31. Нагреватель электрического чайника имеет две секции. При включении одной из них вода в чайнике закипит через 20 мин, при включении другой — через 30 мин. Через какое время закипит вода в чайнике, если включить параллельно обе секции?
32. «Красная граница» фотоэффекта для вещества фотокатода 320 нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны 220 нм. При каком напряжении (в В) между анодом и катодом фототок прекращается?

## Вариант № 26

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Автомобиль, двигаясь из состояния покоя с постоянным ускорением, прошёл путь 12,5 м за 5 с. Какую скорость он набрал в конце пути?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Движущийся вертикально вниз лифт начинает тормозить. Лежащий на полу лифта груз массой 100 кг давит на него с силой 1200 Н. Чему равно ускорение лифта?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

3. Парашютист массой 90 кг равномерно опускается на парашюте со скоростью 5 м/с. Какова мощность силы тяжести, действующей на парашютиста?

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

4. Груз на пружине, совершающий свободные колебания, проходит от крайнего нижнего положения до положения равновесия за 0,5 с. Чему равен период колебаний груза?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5. На рисунке 322 представлены графики зависимости скоростей двух тел, движущихся вдоль оси  $Ox$ , от времени.

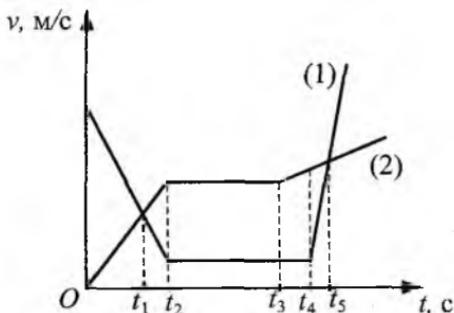


Рис. 322

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В момент времени  $t_1$  тела (1) и (2) встретились.
- 2) В интервале времени от  $t_1$  до  $t_2$  оба тела оставались неподвижными.
- 3) К моменту времени  $t_3$  тело (1) прошло большее расстояние, чем тело (2).
- 4) В интервале времени от 0 до  $t_1$  оба тела двигались в одном направлении.
- 5) В момент времени  $t_4$  тело (2) имеет большую скорость, чем тело (1).

Ответ:

6. Математический маятник совершает незатухающие гармонические колебания (см. рис. 323). Как меняется потенциальная и кинетическая энергия маятника при переходе из точки Б в точку А? Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

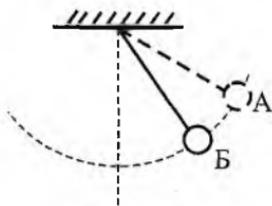


Рис. 323

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Кинетическая энергия

7. Тело массой  $m$  покоится на наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис. 324),  $\mu$  — коэффициент трения. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

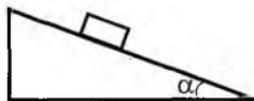


Рис. 324

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила трения покоя	1) 0
Б) сила реакции опоры	2) $mg \sin \alpha$
	3) $\mu mg \sin \alpha$
	4) $mg \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8. Газ находится под давлением 2,76 кПа. Чему равна температура газа, если концентрация его молекул  $10^{24}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

9. Газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 500 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 200 Дж. Следовательно, газ расширился, совершив работу...

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Определите массу воды, взятой при температуре  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , которую нагревают до температуры кипения и полностью испаряют. Необходимая для этих процессов энергия составляет 638 кДж.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

11. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рисунке 325 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

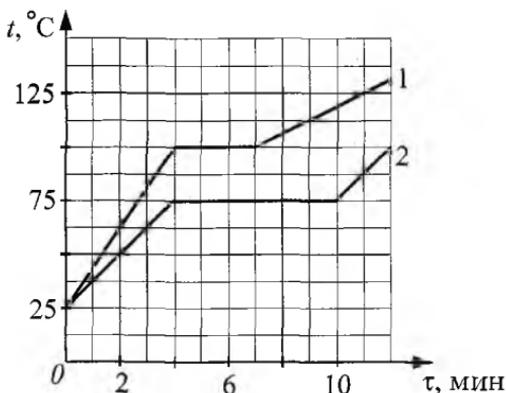


Рис. 325

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого вещества  $75\text{ }^\circ\text{C}$ .
- 2) Удельная теплота плавления первого вещества равна удельной теплоте плавления второго вещества.
- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.

- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 5) В момент времени  $t = 6$  мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ: 

--	--

12. На рисунке 326 показано изменение состояния 2 моль одноатомного идеального газа. Установите соответствие между участками графика и величинами, которые их характеризуют ( $\Delta U$  — изменение внутренней энергии;  $A$  — работа газа).

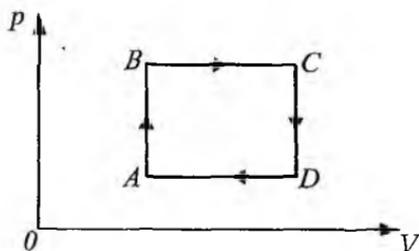


Рис. 326

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Участки графика	Физические величины
А) $AB$	1) $A = 0, \Delta U < 0$
Б) $DA$	2) $A = 0, \Delta U > 0$
	3) $A > 0, \Delta U < 0$
	4) $A < 0, \Delta U < 0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

13. На рисунке 327 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка). Определите, куда направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля в центре витка. Ответ запишите словом (словами).



Рис. 327

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Чему равно полное сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке 328, при разомкнутом ключе К?

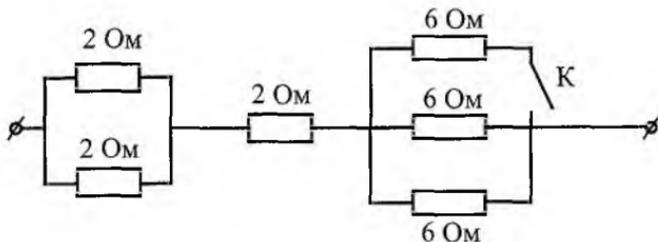


Рис. 328

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. Какая энергия запасена в катушке индуктивностью 2 мГн, если поток, пронизывающий витки её обмотки, равен 0,5 Вб?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в колебательном контуре с течением времени.

$t, \text{ мс}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$I, \text{ мА}$	4	2	0	-2	-4	-2	0	2	4	2

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В начальный момент заряд на конденсаторе был равен 0.
- 2) В момент  $t = 12$  мс энергия конденсатора минимальна.
- 3) С 4-й по 8-ю мс заряд на конденсаторе рос.
- 4) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен 8 мс.
- 5) В момент  $t = 18$  мс заряд на конденсаторе равен 2 мКл.

Ответ:

17. При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту радиопередатчика, электроёмкость его конденсатора увеличили. Как при этом изменятся частота колебаний силы тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний силы тока	Длина волны излучения

18. Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями.

Физические величины	Их размерности
А) ёмкость конденсатора	1) $\frac{В}{Кл}$
Б) индуктивность катушки	2) $\frac{с \cdot А}{В}$
	3) $\frac{Тл \cdot м^2}{А}$
	4) $\frac{Тл}{А}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Основываясь на представленном фрагменте Периодической системы элементов Д.И. Менделеева (см. рис. 329), укажите количество электронов и нейтронов в нейтральном атоме висмута.

Количество электронов	Количество нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

Au 79 золото 197	Hg 80 ртуть 200,61	Tl 81 галлий 204,37	Pb 82 свинец 207,19	Bi 83 висмут 209	Po 84 полоний 210
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	-------------------------

Рис. 329

20. В теории атома водорода Бора энергия его электрона вычисляется по формуле  $E_n = -13,6 \cdot \frac{1}{n^2}$  эВ. Если в основном состоянии энергия электрона равна  $-13,6$  эВ, то при переходе электрона с 3-й орбиты на 1-ю выделяется квант с энергией, равной... Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. На рисунке 330 изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наибольшей длиной волны и излучением света с наименьшей длиной волны?

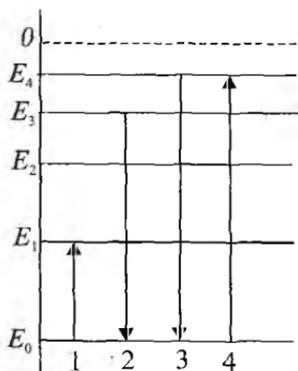


Рис. 330

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и соответствующими переходами между уровнями энергии.

Физические процессы	Переходы
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) $E_0 \rightarrow E_1$
Б) излучение света наибольшей длины волны	2) $E_3 \rightarrow E_0$
	3) $E_4 \rightarrow E_0$
	4) $E_0 \rightarrow E_4$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял карандаш с помощью линейки (см. рис. 331). Найдите длину карандаша, если погрешность измерений равна половине цены деления шкалы прибора. Запишите в ответ длину в сантиметрах с учётом погрешности измерений.

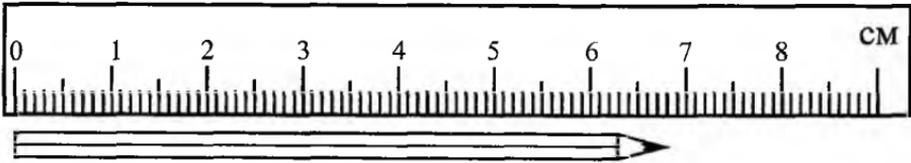


Рис. 331

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) см.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Ученик изучает законы постоянного тока. Ему необходимо исследовать, зависит ли электрическое сопротивление проводника от материала, из которого он изготовлен. Для этого он собрал электрическую цепь, изображённую на рисунке 332 и взял набор из шести проводников, изготовленных из разных проволок, характеристики которых приведены в таблице. Какие **два** проводника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость электрического сопротивления от материала проводника?

Номер проводника	Длина	Площадь поперечного сечения	Материал, из которого изготовлен проводник
1	50 см	1,5 мм <sup>2</sup>	нихром
2	60 см	0,5 мм <sup>2</sup>	алюминий
3	60 см	0,5 мм <sup>2</sup>	нихром
4	50 см	0,5 мм <sup>2</sup>	алюминий
5	60 см	1,0 мм <sup>2</sup>	медь
6	60 см	1,5 мм <sup>2</sup>	нихром

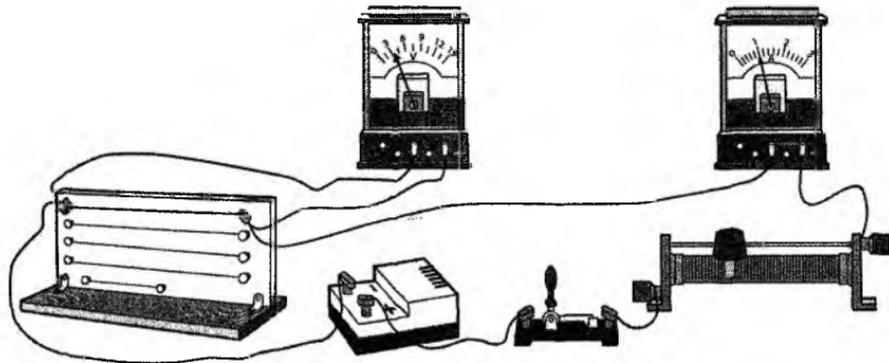


Рис. 332

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

Ответ:

24. На рисунке 333 приведена эволюция средних по размеру (масса близка к массе Солнца) и больших звезд. Цифрами обозначены основные этапы этой эволюции.

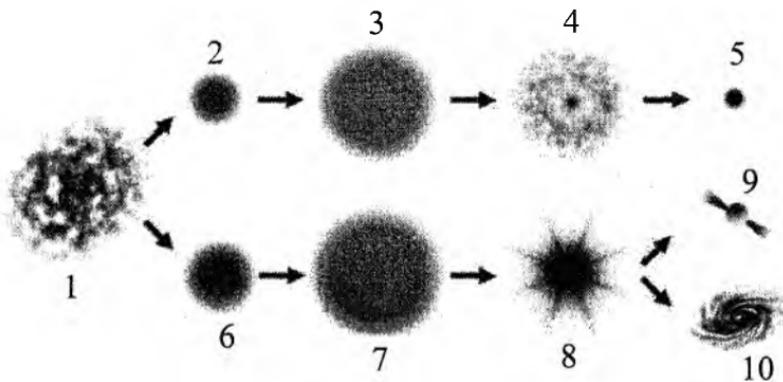


Рис. 333

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Цифрой 4 отмечены взрыв массивной звезды и превращение её в планетарную туманность.
- 2) Цифрой 7 отмечена стационарная стадия развития массивной звезды, на которой происходит превращение водорода в гелий.

- 3) При переходе из 4 в 5 оболочка раздувшейся звезды рассеивается и остаётся только ядро — белый карлик.
- 4) Цифрой 10 отмечена чёрная дыра, в которую превращается массивная звезда в конечной стадии своей эволюции.
- 5) Цифрой 8 отмечено превращение звезды в белый карлик.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В калориметре смешали две жидкости, имеющие одинаковые удельные теплоёмкости, но разные температуры —  $T_1 = 200$  К и  $T_2 = 100$  К соответственно. Найдите температуру смеси, если известно, что масса первой жидкости в 4 раза больше массы второй.

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

26. Сопротивления 300 Ом и 100 Ом включены последовательно в электрическую цепь. Какое количество теплоты выделится на втором сопротивлении, если на первом за то же время выделился 21 кДж теплоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. На длинных проводящих нитях (см. рис. 334), подсоединённых к источнику постоянного тока, подвешена упругая медная пружина длиной  $l_0$ . Что произойдёт с длиной пружины, если цепь разомкнуть? Изменением размера пружины при нагревании пренебречь. Ответ поясните.

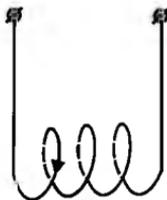


Рис. 334

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Шар массой 4 кг, движущийся со скоростью 2 м/с, соударяется с шаром массой 1 кг, движущимся по той же прямой ему навстречу со скоростью 3 м/с. Определите, какое количество теплоты выделилось в результате соударения, если после удара шары движутся вместе.

29. Шарик массой 0,5 кг, падая с некоторой высоты, ударяется о наклонную плоскость и упруго отскакивает от неё без потери скорости. Угол наклона плоскости к горизонту  $30^\circ$ . За время удара плоскость получает импульс 2 кг·м/с. Определите, на какую высоту (относительно точки отскока) поднимется тело.

30. На  $pV$ -диаграмме на рисунке 335 изображён цикл, проводимый с одноатомным газом. Найдите КПД этого цикла. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

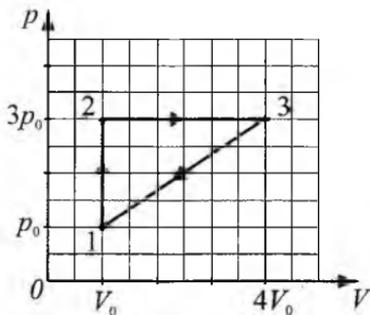


Рис. 335

31. В середину пространства между обкладками конденсатора вставлена тонкая прослойка стекла толщиной 2 см и диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 7$ . Расстояние между обкладками конденсатора — 10 см, напряжение между ними — 290 В. Найдите, какое напряжение установится между обкладками, если стекло вытащить.

32. На катод сначала подействовали излучением с длиной волны  $\lambda_1 = 500$  нм, потом — с длиной волны  $\lambda_2 = 200$  нм, и оказалось, что максимальная скорость фотоэлектронов во втором случае в 2 раза больше. Найдите, чему равна «красная граница» фотоэффекта для этого материала.

## Вариант № 27

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Велосипедное колесо радиусом 50 см делает один оборот за 0,5 секунды. Найдите скорость точек на ободе колеса.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Первая пружина жёсткостью 400 Н/м растянута силой 10 Н. Какую силу необходимо приложить к пружине жёсткостью 600 Н/м, чтобы удлинение этих пружин стало одинаковым?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Тело массой 1,5 кг, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, достигло максимальной высоты 10 м. Какой кинетической энергией обладало тело сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Тело массой 400 г подвешено к невесомому рычагу так, как показано на рисунке 336. Груз какой массы надо подвесить ко второй метке в правой части рычага для достижения равновесия?

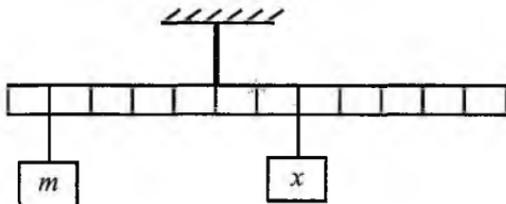


Рис. 336

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5. На рисунке 337 представлены графики зависимости смещения  $x$  от времени  $t$  при колебаниях двух математических маятников.

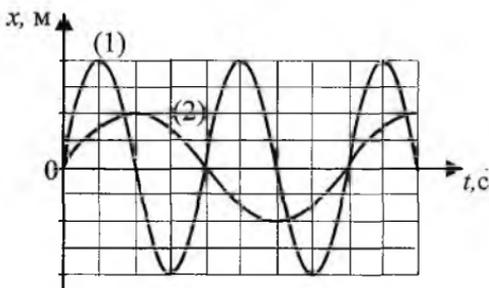


Рис. 337

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Частоты колебаний маятников различаются в 4 раза.
- 2) Маятники совершают колебания с одинаковой амплитудой, но разной частотой.
- 3) Углы отклонения обоих маятников от вертикального положения в начальный момент времени были равны нулю.
- 4) Период колебаний маятника (1) в два раза меньше периода колебаний маятника (2).
- 5) Длины маятников (1) и (2) одинаковы.

Ответ:

6. Свинцовый шар сброшен вертикально вниз с некоторой высоты. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите, как изменяются по мере движения шара вниз кинетическая энергия шара и модуль его ускорения. Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Модуль ускорения

7. Автомобиль движется от точки  $A$  к точке  $B$  с постоянной по модулю скоростью по выпуклому мосту (см. рис. 338). Установите соответствие между физическими векторными величинами и их направлениями.

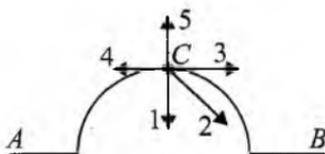


Рис. 338

Физические векторные величины	Направление
А) направление скорости автомобиля в точке $C$	1) 1
Б) направление центростремительного ускорения в точке $C$	2) 2
	3) 3
	4) 4

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. Температура неона увеличилась с  $27^\circ\text{C}$  до  $177^\circ\text{C}$ . Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На графике (см. рис. 339) показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объёма. При переходе из состояния 1 в состояние

2 газ совершил работу, равную 8 кДж. Количество теплоты, полученное газом при этом переходе, равно...

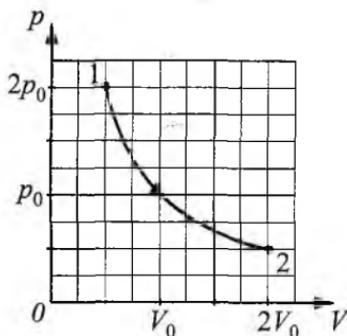


Рис. 339

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 15%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11. На рисунке 340 приведён график зависимости температуры воды от времени при нормальном атмосферном давлении.

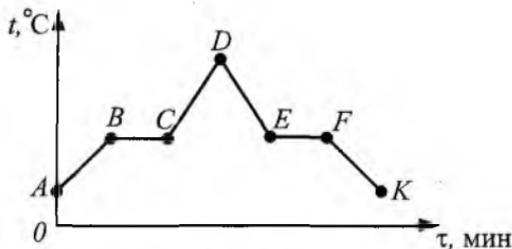


Рис. 340

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В процессе, соответствующем участку  $CD$ , внутренняя энергия пара уменьшается.
- 2) Участок  $AB$  соответствует процессу нагревания воды.
- 3) Точка  $D$  соответствует парообразному состоянию воды.

- 4) В процессе, соответствующем участку  $EF$ , внутренняя энергия системы «вода — пар» увеличивается.
- 5) В точке  $K$  вода находится в твёрдом состоянии (лёд).

Ответ:

12. В процессе работы теплового двигателя количество теплоты, полученное от нагревателя, не изменилось, а количество теплоты, отданное холодильнику, увеличилось. Как при этом изменились полезная работа и коэффициент полезного действия?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась  
2) уменьшилась  
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полезная работа	КПД

13. На рисунке 341 изображён горизонтальный проводник, по которому течёт электрический ток в направлении «к нам». Укажите, куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор магнитной индукции в точке  $A$ . *Ответ запишите словом (словами).*

$\odot I$

$A$

Рис. 341

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Какой заряд нужно сообщить двум последовательно соединённым конденсаторам, чтобы зарядить их до разности потенциалов 12 кВ, если известно, что электроёмкости конденсаторов равны 2 нФ и 3 нФ?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

15. Определите, на каком из чертежей (см. рис. 342) изображение  $A'B'$  стрелки  $AB$  в плоском зеркале построено правильно.

Ответ: \_\_\_\_\_.

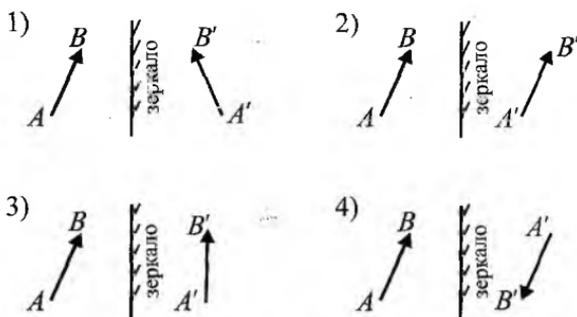


Рис. 342

16. В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см <sup>3</sup>	Удельное электрическое сопротивление (при 20 °С), Ом·мм <sup>2</sup> /м
Константан (сплав)	8,8	0,5
Латунь	8,4	0,07
Медь	8,9	0,017
Никелин (сплав)	8,8	0,4
Нихром (сплав)	8,4	1,0
Серебро	10,5	0,016

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) При равных размерах проводник из никелина будет иметь то же сопротивление, что и проводник из константана, но его масса будет меньше.
- 2) При равных размерах проводник из серебра будет иметь самую маленькую массу.
- 3) Проводники из константана и никелина при одинаковых размерах будут иметь одинаковые массы.
- 4) При замене медной спирали электроплитки на латунную такого же размера электрическое сопротивление спирали увеличится.
- 5) При последовательном включении проводников из нихрома и константана, имеющих одинаковые размеры, потребляемая мощность у нихрома будет в 4 раза больше.

Ответ:

17. Предмет находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, между фокусным и двойным фокусным расстоянием от неё. Как изменятся при удалении предмета от линзы размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Оптическая сила линзы

18. На рисунке 343 показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\mathcal{E}$  — ЭДС источника тока,  $r$  — внутреннее сопротивление источника тока,  $R$  — сопротивление резистора).

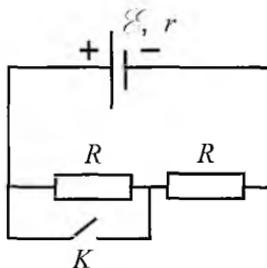


Рис. 343

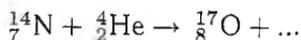
Физические величины	Формулы
А) сила тока через источник при замкнутом ключе $K$	1) $\frac{\mathcal{E}}{r + 2R}$
Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе $K$	2) $\frac{\mathcal{E}}{r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}}{2R}$
	4) $\frac{\mathcal{E}}{r + R}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Укажите массовое  $A$  и зарядовое  $Z$  числа второго продукта ядерной реакции



Массовое число $A$	Зарядовое число $Z$

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Длины волн фотонов двух пучков света связаны равенством  $\lambda_1 = 2\lambda_2$ . Импульс фотонов первого пучка  $p_1 = 300 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему равен импульс фотонов второго пучка?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

21. В опыте по наблюдению фотоэффекта увеличивают интенсивность облучающего катод света, не меняя его частоты. Как при этом изменяются запирающее напряжение и сила фототока насыщения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запирающее напряжение	Сила фототока насыщения

22. Чтобы определить массу монеты, на рычажных весах 10 раз взвешивают по 20 таких монет. Взвешивание показало, что общая масса этих монет  $(100 \pm 2) \text{ г}$ . Чему равна масса одной монеты?

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) г.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Ученику необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности  $\rho$  погружаемого в воду тела. Какие два из указанных тел можно использовать для такой проверки (см. рис. 344)?

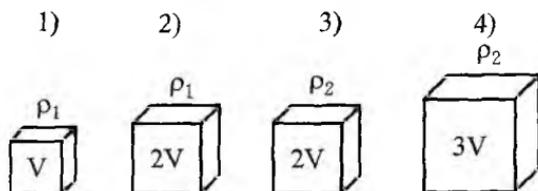
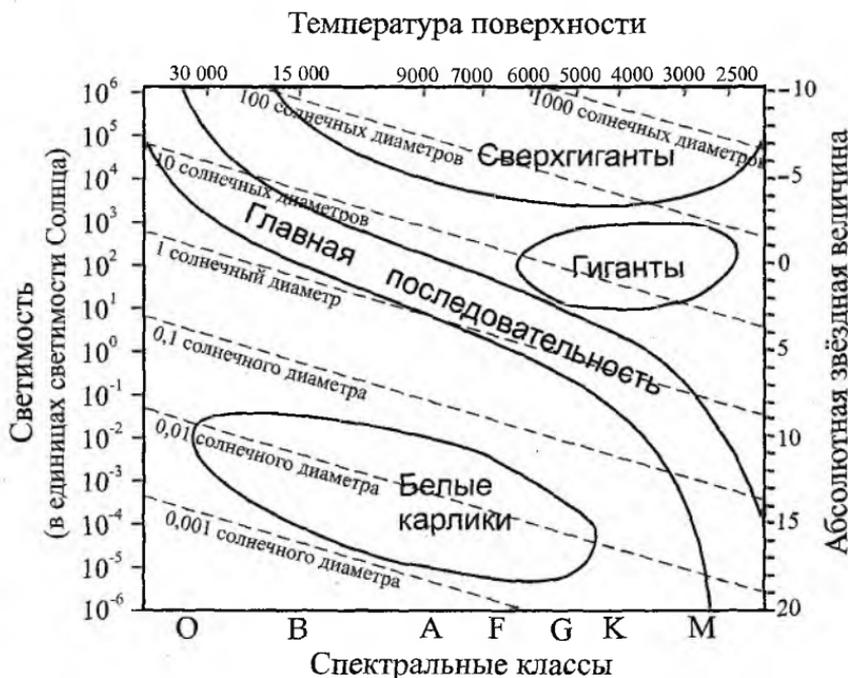


Рис. 344

В ответе запишите номера выбранных тел.

Ответ:

24. На рисунке 354 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют диаграмме, и укажите их номера.

- 1) Если радиус звезды в 100 раз меньше солнечного, а температура её поверхности 9000 К, то эта звезда — белый карлик.
- 2) Температура поверхности звезды, лежащей на главной последовательности, обязательно меньше температуры звезды-сверхгиганта.
- 3) Температура поверхности звёзд спектрального класса А меньше температуры звёзд спектрального класса К.
- 4) Абсолютная звёздная величина звёзд белых карликов больше, чем эта же величина у звёзд-гигантов.
- 5) Если звезда является гигантом и принадлежит спектральному классу К, то её радиус как минимум в 100 раз больше радиуса Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Электродвигатель подъёмного крана равномерно поднимает груз массой 250 кг на высоту 6 м за 1 мин. На какую высоту поднят груз, если напряжение на обмотке двигателя крана равно 400 В, сила тока 5 А, а КПД установки составляет 40%?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

26. В вертикальном однородном магнитном поле на горизонтальных рельсах перпендикулярно им расположен горизонтальный стальной брусок (см. рис. 346). Модуль вектора магнитной индукции равен 0,25 Тл. Чтобы брусок сдвинуть с места, по нему необходимо пропустить ток в 10 А. Расстояние между рельсами 6 см, масса бруска 100 г. Чему равен коэффициент трения скольжения между бруском и рельсами?

Ответ: \_\_\_\_\_ .



Рис. 346

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Резистор  $R$  и катушка индуктивности  $L$  с железным сердечником подключены к источнику тока так, как показано на рисунке 347. Первоначально ключ  $K$  разомкнут. Опишите, как будут меняться показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$  после замыкания ключа  $K$ . Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности использовались при этом.

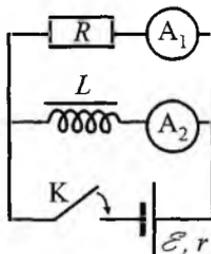


Рис. 347

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Найдите, какой путь проходит свободно падающая капля за треть секунду своего падения.

29. Два шара массами 200 г и 800 г подвешены рядом на нитях длиной 1 м. Первоначально шары соприкасались между собой, затем первый шар отклонили от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпустили. После абсолютно упругого удара шары разлетелись в противоположные стороны. Определите, на какую высоту  $h$  поднимется второй шар после соударения.

30. Газ находится в цилиндре под поршнем и занимает объём 6 л при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па и температуре 100 К. Его изобарически нагревают до 150 К, закрепляют поршень и соединяют с пустым сосудом объёмом 2 л. Конечное давление газа  $1 \cdot 10^5$  Па. Вычислите конечную температуру газа.

31. Два одинаковых шарика зарядом  $2 \cdot 10^{-6}$  Кл каждый, подвешены к одной точке на нитях длиной 0,4 м. Найдите массы шариков, если угол между нитями равен  $60^\circ$ . Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

32. Расстояние от предмета до экрана равно 2,5 м. Какой оптической силы собирающую линзу нужно взять, чтобы на экране получить изображение предмета, увеличенное в 4 раза?

## Вариант № 28

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Найдите радиус колеса, если известно, что один оборот оно делает за 0,2 с, а любая точка на его ободе имеет скорость 3,14 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

2. К пружине динамометра подвесили груз массой 200 г. При этом пружина растянулась на 1 см. Найдите жёсткость пружины динамометра.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

3. Упавшее со стола на пол тело обладает в момент падения кинетической энергией 4 Дж. Высота стола 1 м. Найдите, чему равна масса тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

4. Два груза массами  $3m$  и  $m$  закреплены на невесомом стержне длиной 1 м так, как показано на рисунке 348. Найдите, чему равно  $OB$ , если известно, что система находится в равновесии.

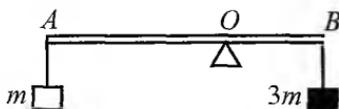


Рис. 348

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5. На рисунке 349 представлены графики зависимости смещения  $x$  от времени  $t$  при колебаниях двух математических маятников.

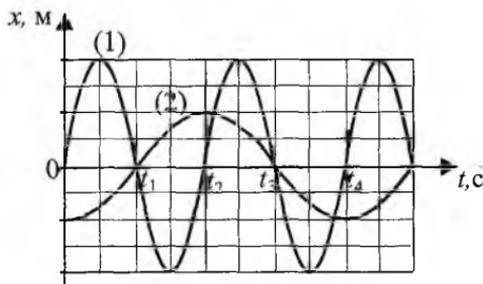


Рис. 349

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Длина маятника (1) в два раза больше длины маятника (2).
- 2) Периоды колебаний маятников (1) и (2) различаются в 4 раза.
- 3) Амплитуды колебаний маятников (1) и (2) различаются в 2 раза.
- 4) Скорости обоих маятников в начальный момент времени были равны нулю.
- 5) Частота колебаний маятника (2) в два раза меньше частоты колебаний маятника (1).

Ответ:

6. С поверхности земли под углом к горизонту вверх бросают мяч. Как будут изменяться относительно земли потенциальная энергия и полная механическая энергия мяча при его движении вверх? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

7. Тело совершает колебания вдоль оси  $Ox$ . Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца.

Физическая величина	Единицы измерения
А) амплитуда колебаний	1) метр (м)
Б) частота колебаний	2) секунда (с)
	3) метр в секунду (м/с)
	4) герц (Гц)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа уменьшилась в 3 раза. Начальная температура газа 600 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

9. С двумя молями одноатомного идеального газа совершают циклический процесс 1–2–3–1 (см. рис.350). Найдите работу, совершаемую газом на участке 2–3 в этом циклическом процессе.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

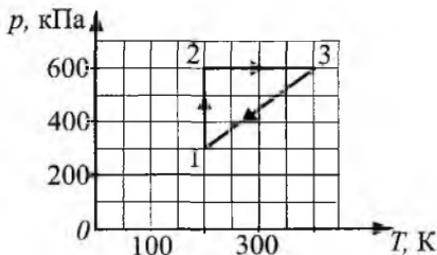


Рис. 350

10. Давление пара в помещении при некоторой температуре равно 600 Па. Найдите давление насыщенного пара при этой же температуре, если относительная влажность воздуха равна 75 %.

Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

11. На рисунке 351 изображён график зависимости температуры льда от времени.

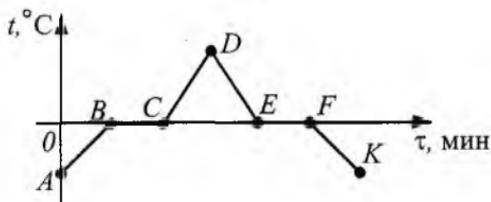


Рис. 351

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Участок  $AB$  соответствует процессу нагревания льда.
- 2) В процессе, соответствующем участку  $FK$ , внутренняя энергия льда уменьшается.
- 3) Точка  $D$  соответствует парообразному состоянию воды.
- 4) В процессе, соответствующем участку  $BC$ , внутренняя энергия системы «лёд — вода» уменьшается.
- 5) Точка  $K$  соответствует жидкому состоянию воды.

Ответ:

12. При исследовании процесса плавления твёрдого тела массу исследуемого образца увеличили в два раза. Как при этом изменились температура плавления вещества и количество теплоты, необходимое для его полного плавления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура плавления	Количество теплоты

13. На рисунке 352 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка). Определите, куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в центре витка. *Ответ запишите словом (словами).*

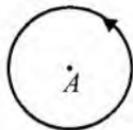


Рис. 352

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Пластины плоского конденсатора подсоединили к источнику напряжения в 120 В. Найдите заряд конденсатора, если его ёмкость равна 20 пФ.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-9</sup> Кл.

15. На рисунке 353 показан ход лучей от точечного источника света *A* через тонкую линзу. Какова приблизительно оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до десятых.

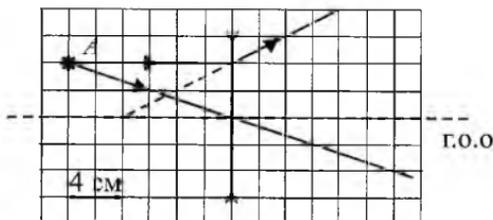


Рис. 353

Ответ: \_\_\_\_\_ дптр.

16. В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см <sup>3</sup>	Удельное электрическое сопротивление (при 20 °С), Ом·мм <sup>2</sup> /м
Алюминий	2,7	0,028
Константан (сплав)	8,8	0,5
Латунь	8,4	0,07
Медь	8,9	0,017
Никелин (сплав)	8,8	0,4
Нихром (сплав)	8,4	1,1

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) При равных размерах проводник из никелина будет иметь ту же массу, что и проводник из константана, но его электрическое сопротивление будет меньше.
- 2) При равной длине проводник из константана площадью сечения 5 мм<sup>2</sup> будет иметь такое же электрическое сопротивление, что и проводник из никелина площадью сечения 4 мм<sup>2</sup>.
- 3) Проводники из нихрома и латуни при одинаковых размерах будут иметь одинаковые электрические сопротивления.
- 4) При замене медной спирали электроплитки на латунную такого же размера электрическое сопротивление спирали уменьшится.
- 5) При равной площади поперечного сечения проводник из константана длиной 5 м будет иметь такое же электрическое сопротивление, что и проводник из никелина длиной 4 м.

Ответ:

17. Предмет находится на главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы, между линзой и её фокусным расстоянием. Как изменятся при удалении предмета от линзы размер изображения и фокусное расстояние линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Фокусное расстояние линзы
<input type="text"/>	<input type="text"/>

18. Источник постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$  с внутренним сопротивлением  $r$  нагрузки на резистор сопротивлением  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

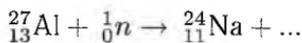
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) полезная мощность	1) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{(R + r)^2}$
Б) коэффициент полезного действия	2) $\frac{R}{R + r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$
	4) $\frac{\mathcal{E} R}{R}$

Ответ:

А	Б

19. Укажите массовое  $A$  и зарядовое  $Z$  числа второго продукта ядерной реакции



Массовое число $A$	Зарядовое число $Z$

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. На сколько джоулей уменьшилась энергия атома при излучении им фотона с длиной волны 660 нм?

Ответ: на \_\_\_\_\_ · 10<sup>-19</sup> Дж.

21. В опыте по наблюдению фотоэффекта уменьшают интенсивность света, облучающего катод. Как при этом изменяются работа выхода электронов из вещества катода и сила фототока насыщения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается

3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода	Сила фототока насыщения

22. Толщина пачки из 200 листов бумаги равна  $4 \pm 0,2$  см. Найдите по этим данным толщину одного листа бумаги.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мм.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеется пять установок, состоящих из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие **две** из перечисленных в таблице установок необходимы ученику для того, чтобы на опыте обнаружить, зависит ли сила Архимеда от плотности жидкости?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	подсолнечное масло	20 см <sup>3</sup>	железо
2	вода	20 см <sup>3</sup>	алюминий
3	вода	10 см <sup>3</sup>	железо
4	керосин	10 см <sup>3</sup>	железо
5	подсолнечное масло	10 см <sup>3</sup>	алюминий

Ответ:

24. На рисунке 354 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют диаграмме, и укажите их номера.

- 1) Светимость звезды, лежащей на главной последовательности, обязательно меньше светимости звезды-гиганта.
- 2) Абсолютная звёздная величина звёзд белых карликов больше, чем эта же величина у звёзд-сверхгигантов.
- 3) Если радиус звезды в 20 раз больше солнечного, а температура её поверхности 4000 К, то это звезда-гигант.
- 4) Если диаметр звезды в 10 раз больше диаметра Солнца, то эта звезда обязательно лежит на главной последовательности.

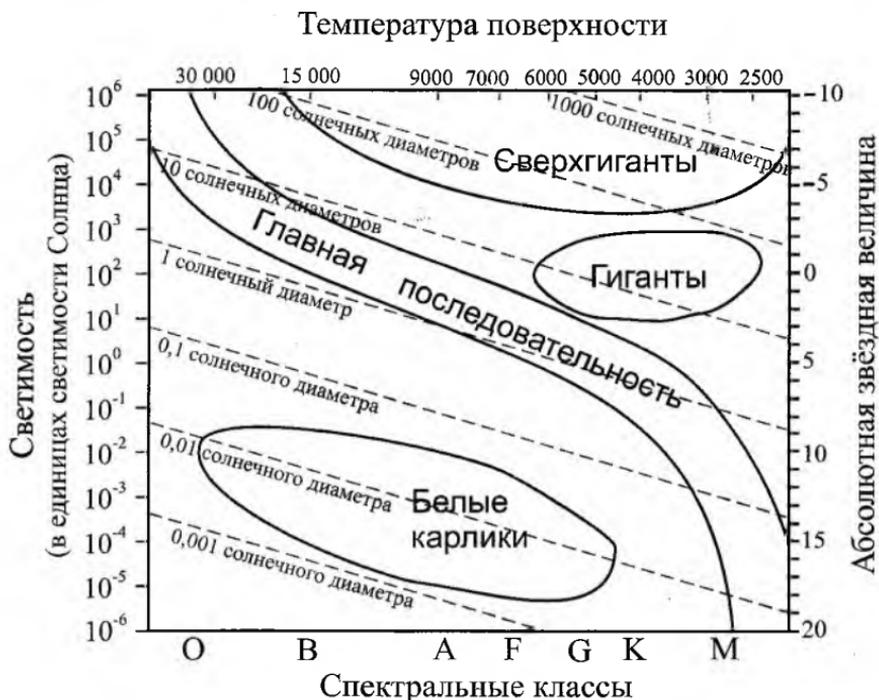


Рис. 354

- 5) Если светимость звезды в 500 000 раз больше светимости Солнца, а радиус в 100 раз больше солнечного, то это звезда-сверхгигант.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Определите КПД двигателя внутреннего сгорания мощностью 23 кВт, если известно, что за 1 ч его работы было израсходовано 4,8 кг бензина. Удельная теплота сгорания бензина  $4,6 \cdot 10^7$  Дж/кг.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

26. В горизонтальном однородном магнитном поле на горизонтальных проводящих рельсах перпендикулярно линиям магнитной индукции расположен горизонтальный проводник массой 10 г (см. рис. 355), через который пропускают электрический ток. Найдите расстояние между рельсами, если при силе тока в 16 А вес проводника становится равным нулю. Модуль вектора магнитной индукции равен 20 мТл.

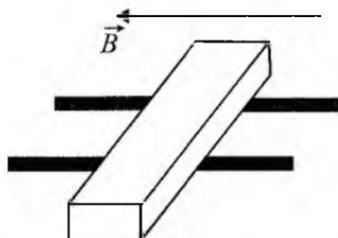


Рис. 355

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Резистор и катушка индуктивности с железным сердечником подключены к источнику тока так, как показано на рисунке 356. Первоначально ключ  $K$  замкнут. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа  $K$ ? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности использовались при этом.

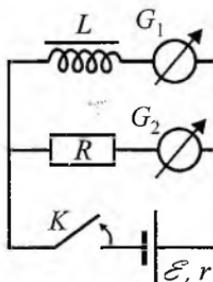


Рис. 356

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Снаряд массой 1 кг, летящий со скоростью 40 м/с, разрывается на два осколка. Первый осколок массой 500 г летит под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению со скоростью 60 м/с. Найдите скорость второго осколка.

29. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На шероховатой поверхности на границе этих частей находится кубик массой 100 г. Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой 0,5 кг, движущийся со скоростью 2 м/с. Определите расстояние (в метрах), которое пройдёт кубик до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром, если коэффициент трения кубика о поверхность 0,2.

30. Вертикальный цилиндр с тяжёлым поршнем площадью  $40 \text{ см}^2$ , движущимся без трения, наполнен кислородом, масса которого 100 г. При увеличении температуры на 20 К поршень поднялся на 25 см. Чему равна масса поршня?

31. На каком расстоянии от погружённого в чистую воду шарика 1 расположен находящийся в равновесии стальной шарик 2 объёмом  $V = 4,5 \text{ мм}^3$  (см. рис. 357)? Заряд шарика 1  $q_1 = 7 \text{ нКл}$ , а заряд шарика 2  $q_2 = -2 \text{ нКл}$ .

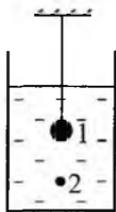


Рис. 357

32. При съёмке с расстояния 3,6 м изображение предмета имеет высоту 6 мм; при съёмке с расстояния 2,2 м — высоту 1 см. Определите фокусное расстояние объектива. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целых.

## Вариант № 29

## Часть I

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Точечное тело начинает прямолинейное движение вдоль оси  $Ox$  из состояния покоя. На рисунке 358 показан график зависимости проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ . Найдите модуль изменения координаты этого тела за четвёртую секунду движения.

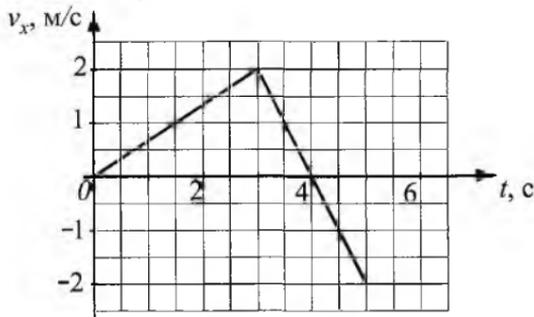


Рис. 358

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Брусок массой 5 кг положили на шероховатую наклонную поверхность (см. рис. 359). Чему равен модуль равнодействующей приложенных к бруску силы трения и силы реакции опоры, если брусок покоится?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. На какую высоту гимнаст поднял гирию массой 5 кг, если при этом потенциальная энергия взаимодействия её с Землёй увеличилась на 80 Дж?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

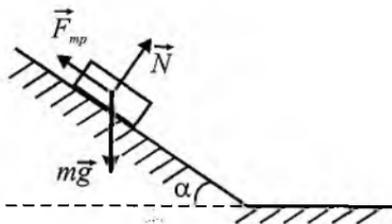


Рис. 359

4. Пружинный маятник совершает гармонические колебания. На рисунке 360 представлен график зависимости координаты груза от времени. Определите частоту колебаний груза.

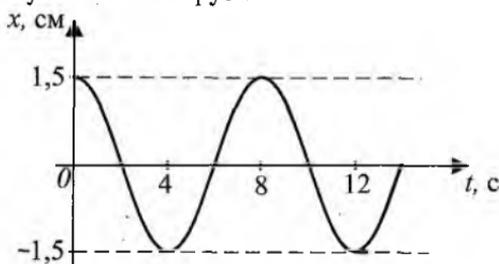


Рис. 360

Ответ: \_\_\_\_\_ мГц.

5. После удара клюшкой шайба сначала стала скользить вверх по наклонной шероховатой поверхности с начальной скоростью  $v_0$  до полной остановки, а затем соскользнула обратно (см. рис. 361).

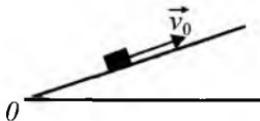


Рис. 361

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) При движении вверх, а затем обратно вниз по наклонной плоскости полная механическая энергия шайбы сохраняется.
- 2) Работа силы трения о наклонную плоскость одинакова при движении шайбы вверх и вниз.
- 3) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз больше, чем  $v_0$ .

- 4) Вниз шайба движется столько же времени, сколько и вверх.  
 5) Вверх шайба движется с ускорением, модуль которого больше, чем при движении вниз.

Ответ:

6. Кубик из алюминия, висящий на нити, целиком погружён в воду, но не касается дна сосуда. При этом его нижняя и верхняя грани горизонтальны. Как изменятся модуль действующей на него силы Архимеда и давление воды на верхнюю грань кубика, если кубик приподнять, целиком оставив в воде?

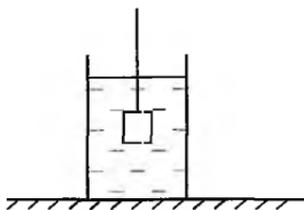


Рис. 362

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы Архимеда	Давление воды на верхнюю грань кубика

7. Шарик массой 100 г совершает гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ , его координата при этом изменяется во времени по закону  $x(t) = 0,02 \sin(4t)$  (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) проекция импульса шарика $p_x(t)$	1) $0,8 \cdot 10^{-3} \cos(4t)$
Б) проекция ускорения шарика $a_x(t)$	2) $-3,2 \cdot 10^{-1} \sin(4t)$
	3) $8 \cdot 10^{-3} \cos(4t)$
	4) $-3,2 \cdot 10^{-1} \cos(4t)$

Ответ:

А	Б

8. Во сколько раз уменьшится давление газа на стенки сосуда, если средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличится в 3 раза, а концентрация их уменьшится в 9 раз?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На  $pT$ -диаграмме (см. рис. 363) представлен циклический процесс, который совершают с двумя молями одноатомного идеального газа. Найдите работу газа на участке 1–2.

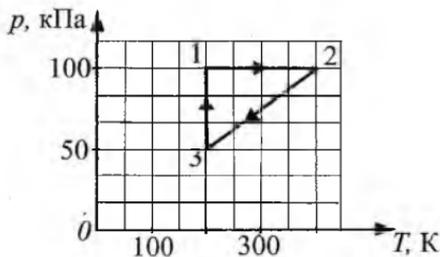


Рис. 363

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Чему равно парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе, если его относительная влажность при температуре  $100^\circ\text{C}$  составляет 60 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

11. При переходе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 получили линейную зависимость концентрации молекул  $n$  от давления  $p$  (см. рис. 364). Масса газа в процессе оставалась постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.

- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.

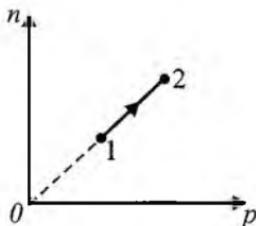


Рис. 364

- 2) Плотность газа увеличивается.
- 3) Газ получает тепло.
- 4) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 5) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ:

12. Температуру нагревателя идеальной тепловой машины уменьшили при постоянной температуре холодильника. При этом количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя

13. Электрическая цепь, состоящая из прямолинейных проводников ( $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DA$ ) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого  $\vec{B}$  направлен к наблюдателю (см. рис. 365 — вид сверху). Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник  $CD$ ? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

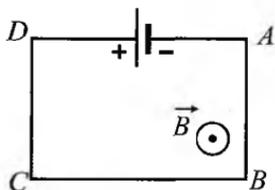


Рис. 365

14. Заряженная пылинка с зарядом  $4 \text{ нКл}$  движется в однородном горизонтальном электрическом поле напряжённостью  $300 \text{ В/м}$ . Определите массу частицы, если за  $3 \text{ с}$  она пролетела  $2,7 \text{ м}$ . Начальная скорость частицы равна  $0 \text{ м/с}$ . Силу тяжести и сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкг.

15. Луч света падает в центр верхней грани прозрачного куба под углом  $\alpha = 45^\circ$  в плоскости, параллельной грани  $ABCD$ . Преломлённый луч попадает в ребро  $AE$  (см. рис. 366). Определите угол преломления. Ответ округлите до целых.

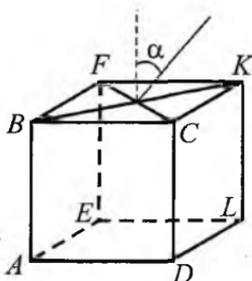


Рис. 366

Ответ: \_\_\_\_\_ °.

16. К источнику постоянного напряжения подключены две параллельные металлические пластины больших размеров, расположенные на расстоянии  $d$  друг от друга (см. рис. 367).

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о происходящих процессах и укажите их номера.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке  $A$  меньше, чем в точке  $C$ .
- 2) Потенциал электрического поля в точке  $A$  выше, чем в точке  $C$ .
- 3) Если уменьшить расстояние  $d$  между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке  $A$  уменьшится.

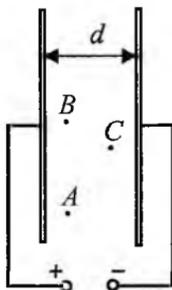


Рис. 367

- 4) Если увеличить расстояние  $d$  между пластинами, то заряд левой пластины увеличится.
- 5) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин увеличится.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от аккумулятора. Как изменятся при уменьшении расстояния между пластинами ёмкость конденсатора и напряжение между пластинами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Напряжение между пластинами

18. Пучок монохроматического света переходит из стекла в воздух. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $T$  — период световой волны,  $\lambda$  — длина световой волны в стекле,  $n$  — показатель преломления стекла относительно воздуха).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина световой волны в воздухе	1) $\frac{\lambda}{T}$
Б) скорость света в воздухе	2) $\lambda \cdot n$
	3) $\lambda \cdot n \cdot T$
	4) $\frac{\lambda \cdot n}{T}$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро бария  ${}_{56}^{143}\text{Ba}$  испустило нейтрон, а затем электрон. Укажите массовое и зарядовое число образовавшегося ядра.

Массовое число $A$	Зарядовое число $Z$

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Синий свет частотой 650 ТГц переходит из воздуха в воду с показателем преломления  $n_2 = 1,3$  (см. рис. 368). Чему равно отношение импульса фотона в воздухе к его импульсу в воде?

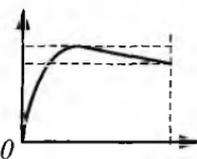
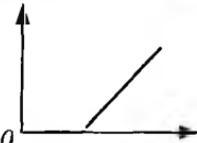


Рис. 368

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Закон (зависимость)
<p>А)</p>  <p>Б)</p> 	<p>1) закон радиоактивного распада  2) зависимость запирающего потенциала от частоты падающего света  3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света  4) зависимость удельной энергии связи ядер от массового числа</p>

Ответ:

А	Б

22. Определите показания динамометра, изображённого на рисунке 369, если верхний штрих шкалы соответствует ненагруженному динамометру. Цена деления равна 0,1 Н, а погрешность прямого измерения модуля силы равна половине цены деления.

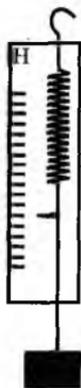


Рис. 369

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) Н.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Для изучения зависимости силы электрического тока, протекающей в неразветвлённой цепи, от сопротивления резистора, расположенного в этой цепи, в распоряжении ученика имеются пять схем (см. рис. 370).

Какие **две** из перечисленных схем необходимы ученику для проведения такого исследования?

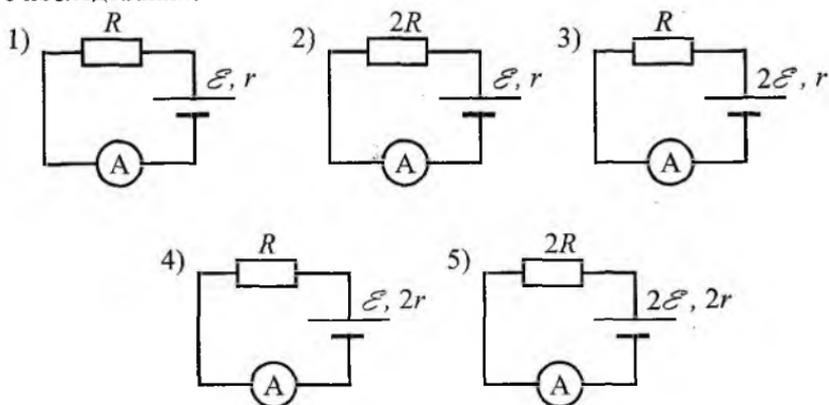


Рис. 370

Ответ:

24. На рисунке 371 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

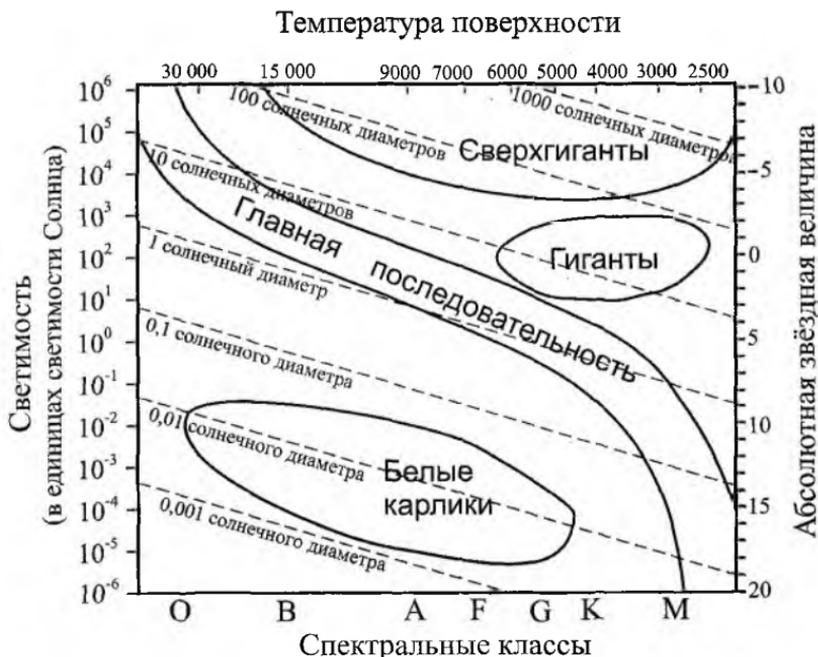


Рис. 371

Выберите **все** верные утверждения о звёздах, которые соответствуют данной диаграмме, и укажите их номера.

- 1) Плотность белых карликов значительно меньше средней плотности гигантов.
- 2) Температура звёзд спектрального класса G примерно в 1,5 раза выше температуры звёзд спектрального класса M.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к карликам, т. к. её радиус почти в 1000 раз меньше радиуса Солнца.
- 4) Солнце относится к спектральному классу M.
- 5) В верхней части диаграммы находятся звёзды большой светимости, которые имеют большие размеры (гиганты и сверхгиганты).

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Газ расширяется при постоянном давлении, совершая работу 9 кДж. Определите, какое количество теплоты при этом передали газу.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

26. Разреженный атомарный водород, находящийся в основном состоянии ( $n = 1$ ), поглощает электромагнитное излучение длиной волны 75 нм, в результате чего ионизируется. Чему равна скорость электронов, вылетевших из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ км/с.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Стекланный сосуд, в котором находится влажный воздух при комнатной температуре, плотно закрыли крышкой и нагрели до  $60^\circ\text{C}$ . Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменились при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Груз массой  $M$  соединён с грузом массой  $m = 500\text{ г}$  ( $m < M$ ) лёгкой нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальный блок (см. рис. 372). Найдите массу груза  $M$ , если известно, что модуль ускорения бруска  $2\text{ м/с}^2$ . Спротивлением воздуха пренебречь.

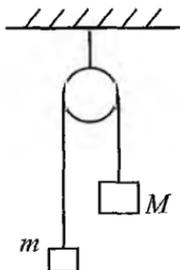


Рис. 372

29. Гладкое кольцо радиусом  $R = 15\text{ см}$  закреплено на горизонтальной плоскости. Небольшая шайба массой  $20\text{ г}$  начинает скользить из его нижней точки вдоль его внутренней поверхности, на высоте  $h = 18\text{ см}$  отрывается от кольца и свободно падает (см. рис. 373). Чему равна сила реакции опоры, действующая на шайбу со стороны кольца в начале движения? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в нижней и в верхней точках траектории.

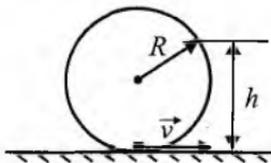


Рис. 373

30. В тепловом двигателе в качестве рабочего тела используется идеальный газ, а цикл состоит из двух изохор 1–2 и 3–4 и двух адиабат 2–3 и 4–1 (см. рис. 374). Чему равен КПД цикла, если известно, что в адиабатических процессах температура газа изменяется в 1,5 раза (соответственно растёт в процессе 4–1 и падает в процессе 2–3)?

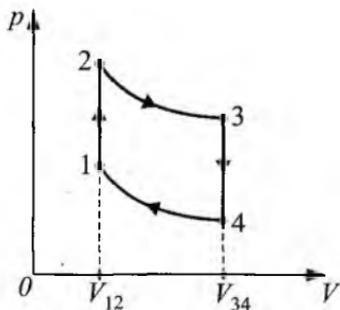


Рис. 374

31. На рис. 375 изображена вольт-амперная характеристика лампы накаливания. При напряжении источника 6 В температура нити лампы составляет 2200 К. Какова температура нити накала при напряжении источника 12 В, если известно, что сопротивление нити прямо пропорционально её температуре?

32. К двум кальциевым электродам, находящимся в вакууме, подключён конденсатор ёмкостью 5 нФ. При длительном освещении катода светом фототок прекращается, а на конденсаторе появляется заряд 6,5 нКл. Определите частоту световой волны, освещающей катод, если «красная граница» фотоэффекта для кальция 450 нм. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

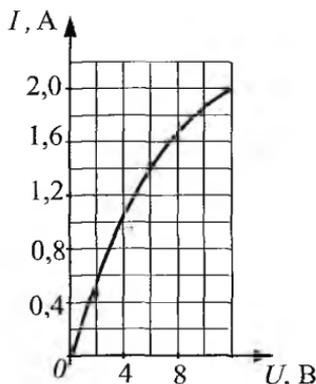


Рис. 375

## Вариант № 30

## Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Некоторое тело движется прямолинейно вдоль оси  $Ox$ . На рисунке 376 приведён график зависимости его координаты от времени. Найдите проекцию  $v_x$  этого тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Однородную пружину длиной  $l = 0,5$  м и жёсткостью  $k = 0,25$  Н/м разрезали на 4 равные части. Определите жёсткость каждой части пружины.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

3. Шарик массой 300 г скатывается по гладкой поверхности из точки  $A$ , находящейся на высоте  $H = 2$  м (см. рис. 377). Найдите его кинетическую энергию в точке  $I$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

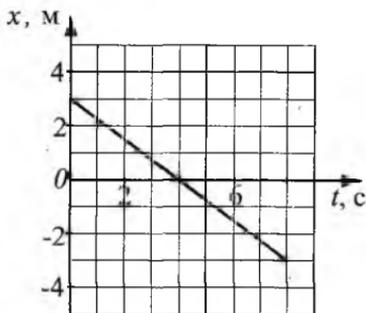


Рис. 376



Рис. 377

4. На рисунке 378 изображена система, состоящая из невесомого рычага и идеального блока, к которому на невесомой нерастяжимой нити подвешен груз массой 200 г. Какую силу  $F$  нужно приложить к рычагу, чтобы система находилась в равновесии?

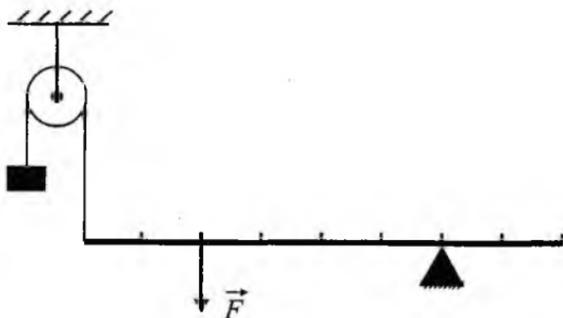


Рис. 378

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5. Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 100 Н/м, совершает вертикальные колебания. Графики зависимости смещения груза  $x$  и проекции скорости груза  $v_x$  от времени  $t$  представлены соответственно на рисунке 379а и б.

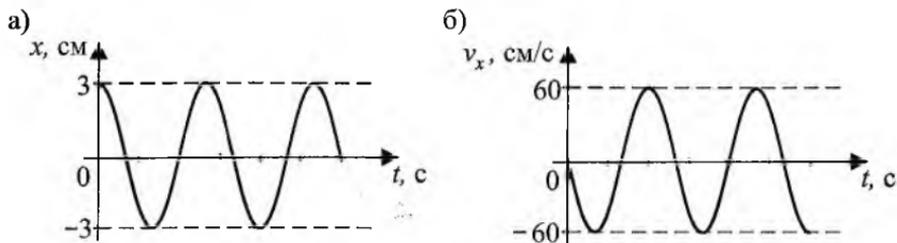


Рис. 379

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Амплитуда колебаний груза равна 6 см.
- 2) Частота колебаний груза равна  $(0,1\pi)$  Гц.
- 3) Модуль максимального ускорения груза равен  $800 \text{ см/с}^2$ .
- 4) Масса груза равна 0,25 кг.
- 5) Период колебаний потенциальной энергии упругой деформации пружины равен  $0,1\pi$ .

Ответ: 

--	--

6. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника планеты увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период обращения вокруг планеты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг планеты

7. В момент времени  $t_0$  шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$  (см. рис. 380). На графиках А и Б в таблице представлены зависимости от времени  $t$  некоторых физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между этими графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени изображены на этих графиках ( $t_0$  — время полёта, сопротивлением воздуха пренебречь).

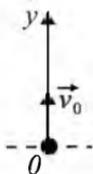
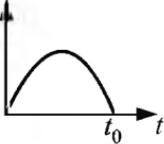
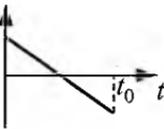


Рис. 380

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) проекция скорости шарика на ось <math>Oy</math></p> <p>2) потенциальная энергия шарика</p> <p>3) проекция ускорения шарика на ось <math>Oy</math></p> <p>4) кинетическая энергия шарика</p>

Ответ:

А	Б

8. Во сколько раз увеличится средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона, если температура газа увеличится с  $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $177\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На  $pT$ -диаграмме (см. рис. 381) представлен циклический процесс, который совершают с тремя молями одноатомного идеального газа. Найдите работу газа на участке 1–2.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Чему равна относительная влажность воздуха, если парциальное давление содержащихся в нём водяных паров при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет  $70\text{ кПа}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

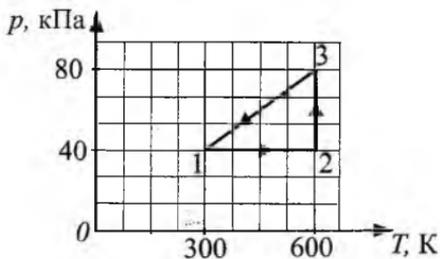


Рис. 381

11. При переходе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 получили линейную зависимость давления  $p$  от концентрации молекул  $n$  (см. рис. 382). Масса газа в процессе оставалась постоянной.

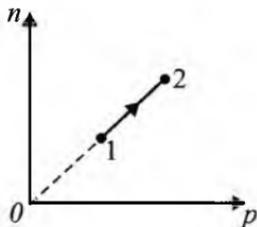


Рис. 382

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.

- 1) Газ получает тепло.
- 2) Происходит изотермическое расширение газа.
- 3) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 4) Плотность газа увеличивается.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ:

12. Температуру нагревателя идеальной тепловой машины увеличили при постоянной температуре холодильника. При этом количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя

13. По гладким горизонтальным проводящим рельсам, соединённым проводом и находящимся в однородном вертикальном магнитном поле, движется прямая медная перемычка (см. рис. 383 — вид сверху). Определите, как направлен в контуре, образованном рельсами, проводом и перемычкой, вектор индукции магнитного поля, создаваемого индукционным током. Направление определите относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*). Ответ запишите словом (словами).

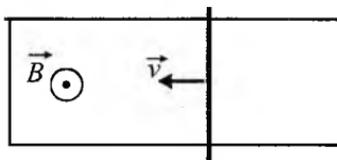


Рис. 383

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. При перемещении точечного электрического заряда  $10 \text{ мкКл}$  в электростатическом поле из точки 1 в точку 2 действующая со стороны этого поля сила совершает работу  $34 \text{ мкДж}$ . При перемещении того же заряда из точки 1 в точку 3 в этом же электростатическом поле действующая со стороны поля сила совершает работу  $14 \text{ мкДж}$ . Определите разность потенциалов между точками 2 и 3 этого поля.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

15. Луч света падает в центр верхней грани прозрачного куба под углом  $\alpha = 60^\circ$  в плоскости  $ABKL$ . Преломлённый луч попадает в вершину  $A$  (см. рис. 384). Определите угол преломления. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ$ .

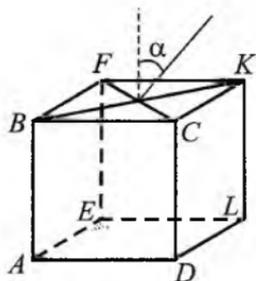


Рис. 384

16. К источнику постоянного напряжения подключены две параллельные металлические пластины больших размеров, расположенные на расстоянии  $d$  друг от друга (см. рис. 385а). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили (см. рис. 385б).

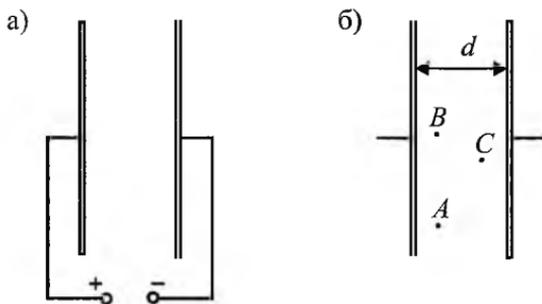


Рис. 385

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о происходящих процессах и укажите их номера.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке  $A$  меньше, чем в точке  $B$ .
- 2) Потенциал электрического поля в точке  $C$  больше, чем в точке  $B$ .
- 3) Если увеличить расстояние между пластинами  $d$ , то напряжённость электрического поля в точке  $A$  не изменится.
- 4) Если уменьшить расстояние  $d$  между пластинами, то заряд левой пластины не изменится.
- 5) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин останется неизменной.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами зарядили и, не отключая от аккумулятора, удалили из него диэлектрик. Как изменятся при уменьшении расстояния между пластинами ёмкость конденсатора и напряжение между пластинами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Напряжение между пластинами

18. Пучок монохроматического света переходит из воздуха в стекло. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $c$  — скорость света в воздухе,  $\lambda$  — длина световой волны в стекле,  $n$  — показатель преломления стекла относительно воздуха).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина световой волны в стекле	1) $\frac{\lambda}{n}$
Б) частота световой волны в стекле	2) $\lambda \cdot c$
	3) $\lambda \cdot c \cdot n$
	4) $\frac{c}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный свинец  ${}_{82}^{212}\text{Pb}$  претерпевает один  $\alpha$ -распад и два  $\beta$ -распада. Определите массовое и зарядовое число образовавшегося изотопа.

Массовое число $A$	Зарядовое число $Z$

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Красный свет частотой 450 ТГц переходит из воздуха в стекло с показателем преломления  $n_2 = 1,5$  (см. рис. 386). Чему равно отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в стекле?

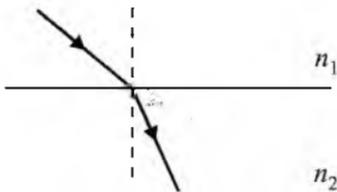
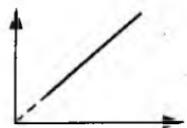
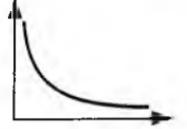


Рис. 386

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Установите соответствие между графиками, представленными в таблице, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Закон (зависимость)
А) 	1) зависимость энергии падающих фотонов от длины волны падающего света 2) зависимость энергии падающих фотонов от частоты падающего света 3) зависимость максимальной кинетической энергии падающих фотонов от частоты падающего света 4) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от длины волны падающего света
Б) 	

Ответ:

А	Б

22. Ученик с помощью барометра проводил измерения атмосферного давления (см. рис. 387). Верхняя шкала барометра проградуирована в гПа, нижняя — в мм рт. ст., погрешность измерений давления равна половине цены деления барометра. Чему равно по результатам этих измерений показание атмосферного давления?

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) гПа.



Рис. 387

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Для изучения зависимости ускорения бруска, скользящего по наклонной шероховатой поверхности, от угла наклона в распоряжении ученика имеются пять установок (см. рис. 388). Какие **две** из перечисленных установок необходимы ученику для проведения такого исследования?

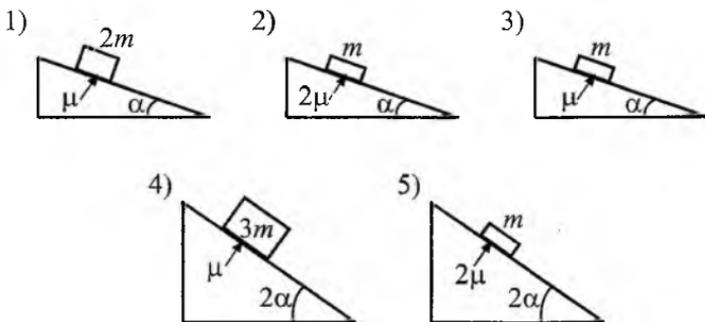


Рис. 388

Ответ:

24. На рисунке 389 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

### Температура поверхности

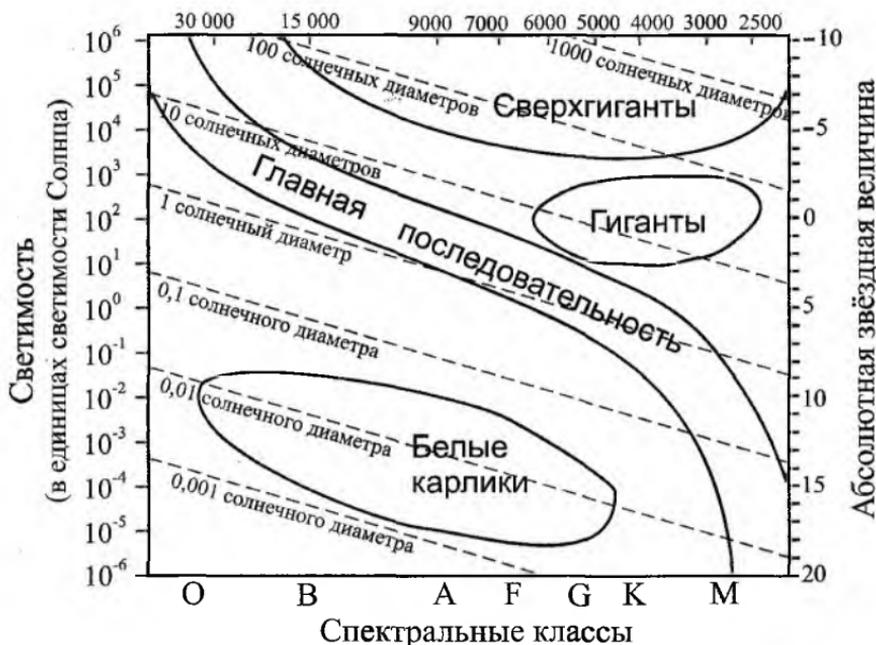


Рис. 389

Выберите **все** верные утверждения о звёздах, которые соответствуют данной диаграмме, и запишите их номера.

- 1) Плотность звёзд главной последовательности сравнима с плотностью Солнца.
- 2) Температура звёзд спектрального класса А примерно в 1,5 раза ниже температуры звёзд спектрального класса G.
- 3) Звезда Бетельгейзе в созвездии Орион относится к спектральному классу В.
- 4) Звезда Арктур в созвездии Волопаса и Альдебаран в Тельце относятся к спектральному классу F.
- 5) В нижней части диаграммы находятся звёзды малой светимости, которые имеют незначительные размеры (карлики).

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Тепловая машина с максимальным КПД в качестве нагревателя имеет резервуар с водой, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при температуре плавления. Определите температуру воды в резервуаре, если при совершении машиной работы в 500 кДж растаяло 6 кг льда. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

26. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Электрон в атоме водорода переходит с энергетического уровня с номером 3 на энергетический уровень с номером 1. Чему равен модуль импульса излучённого при этом фотона?

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>27</sup> кг · м/с.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Во время грозы между облаками и землёй сначала проскакивает вектор молнии, а через некоторое время можно услышать раскаты грома, которые продолжаются в течение длительного времени после вспышки молнии. Почему так происходит? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для ответа.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Брусок массой  $M = 300$  г соединён с грузом массой  $m = 700$  г невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальный блок (см. рис. 390). Брусок скользит по гладкой наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $30^\circ$ . Определите ускорение бруска.

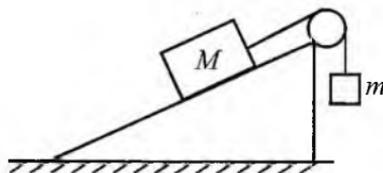


Рис. 390

29. Гладкое кольцо радиусом  $R = 15$  см закреплено на горизонтальной плоскости. Небольшая шайба массой 20 г начинает скользить из его нижней точки вдоль его внутренней поверхности, на высоте  $h = 18$  см отрывается от кольца и свободно падает (см. рис. 391). Чему равна начальная скорость шайбы? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в нижней и верхней точках траектории.

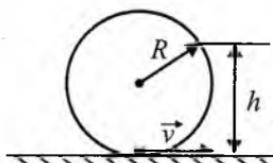


Рис. 391

30. В тепловом двигателе с КПД  $\eta = 37,5\%$  в качестве рабочего тела используется идеальный газ, а цикл состоит из двух изохор 1–2 и 3–4 и двух адиабат 2–3 и 4–1 (см. рис. 392). Известно, что в адиабатических процессах температура газа изменяется в  $n$  раз (соответственно растёт в процессе 4–1 и падает в процессе 2–3). Найдите  $n$ .

31. В однородном горизонтальном магнитном поле индукцией  $B$  на непроводящей горизонтальной поверхности находится жёсткая квадратная рам-

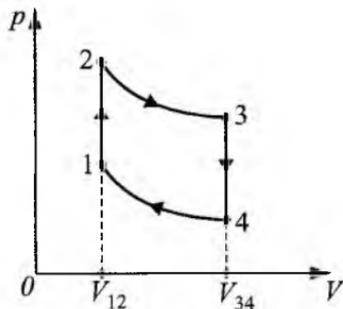


Рис. 392

ка  $ACDE$  из однородной тонкой проволоки. Вектор индукции  $B$  перпендикулярен сторонам рамки  $AE$  и  $CD$ . По рамке течёт ток  $I$  в направлении, указанном стрелками (см. рис. 393). При какой минимальной величине  $B$  рамка начнёт поворачиваться вокруг стороны  $CD$ ? Сторона рамки  $a$ , масса —  $m$ .

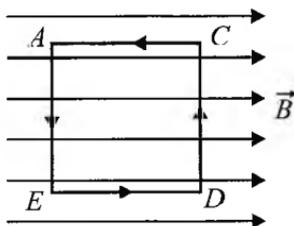


Рис. 393

32. Фотоэлектроны, выбитые из металла монохроматическим светом частоты  $6,1 \cdot 10^{14}$  Гц, попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 200 В/м. Определите тормозной путь для электронов, имеющих максимальную скорость, направленную вдоль линий напряжённости поля. Работа выхода 2 эВ.

## Вариант № 31

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Точечное тело движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке 394 показан график зависимости проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ . Найдите модуль изменения координаты этого тела за вторую секунду движения.

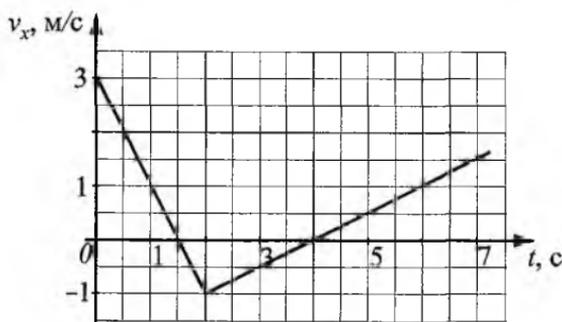


Рис. 394

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Космонавт, находящийся на Земле, притягивается к ней с силой 600 Н. С какой силой он будет притягиваться к Луне, находясь на ней? Известно, что масса Земли в 80 раз больше массы Луны, а её радиус в 4 раза больше радиуса Луны.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. На рисунке 395 изображён график зависимости кинетической энергии мяча, брошенного вертикально вверх, от высоты. Чему равна полная механическая энергия мяча на высоте 4 м?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

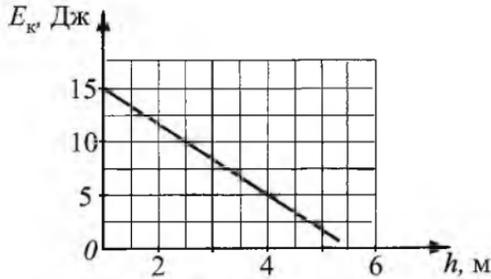


Рис. 395

4. Шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости (см. рис. 396). Определите, через какое время его кинетическая энергия во второй раз достигнет максимума, если период колебаний шарика 6 с.

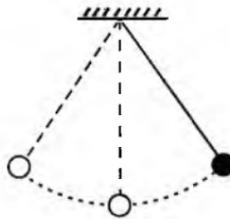


Рис. 396

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5. Ученик провёл эксперимент по проверке гипотезы о том, что модуль силы трения скольжения  $F$  бруска о горизонтальную поверхность прямо пропорционален модулю силы тяжести  $F_T$  бруска. Для этого он равномерно тянул брусок по поверхности стола, прикрепляя к нему разные грузы, и измерял динамометром значение силы  $F$  при разных значениях силы тяжести бруска с грузами. Результаты измерений с учётом погрешностей представлены на рисунке 397.

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных результатов измерений.

- 1) Погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу.
- 2) Эксперимент подтвердил правильность гипотезы с учётом погрешностей измерений.

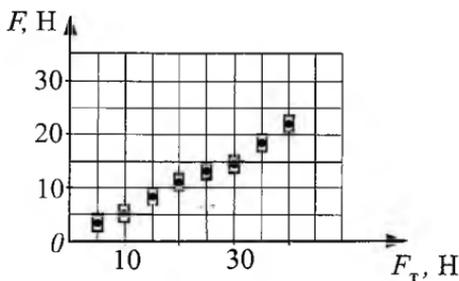


Рис. 397

- 3) Коэффициент трения скольжения изменяется при изменении массы бруска с грузами.
- 4) Коэффициент трения скольжения не зависит от массы бруска с грузами и равен 2 с учётом погрешностей измерений.
- 5) Коэффициент трения скольжения не зависит от массы бруска с грузами и равен 1/2 с учётом погрешностей измерений.

Ответ:

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя съезжают санки массой  $m$  (см. рис. 398). Как изменятся ускорение и модуль силы трения при перемещении санок от вершины до основания горки, если увеличить угол наклона?

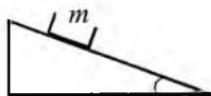


Рис. 398

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Модуль силы трения

7. Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ускорение спутника	1) $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$
Б) период обращения спутника вокруг Земли	2) $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$
	3) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$
	4) $\frac{GM}{R^2}$

Ответ: 

А	Б

8. При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  2 моль разреженного водорода занимают объём  $V_0$ . Во сколько раз увеличится объём, занимаемый 4 моль разреженного водорода, если температуру увеличить в 3 раза, а давление оставить тем же?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На  $VT$ -диаграмме (см. рис. 399) представлен процесс изменения состояния одноатомного идеального газа. Определите, какое количество теплоты отдаёт газ, если работа внешних сил равна 70 кДж.

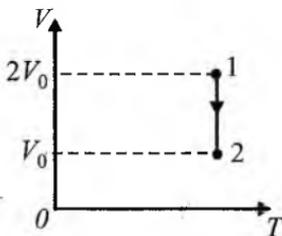


Рис. 399

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. В кастрюлю, в которой находилось 4 л воды при комнатной температуре ( $20^\circ\text{C}$ ), добавили 1 л кипятка. Какая установилась температура воды?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

11. На рис. 400 представлена зависимость давления  $p$  насыщенного водяного пара от температуры  $t$ . Точки  $A$  и  $B$  соответствуют значениям давления и температуры в сосудах с водяным паром  $A$  и  $B$ .

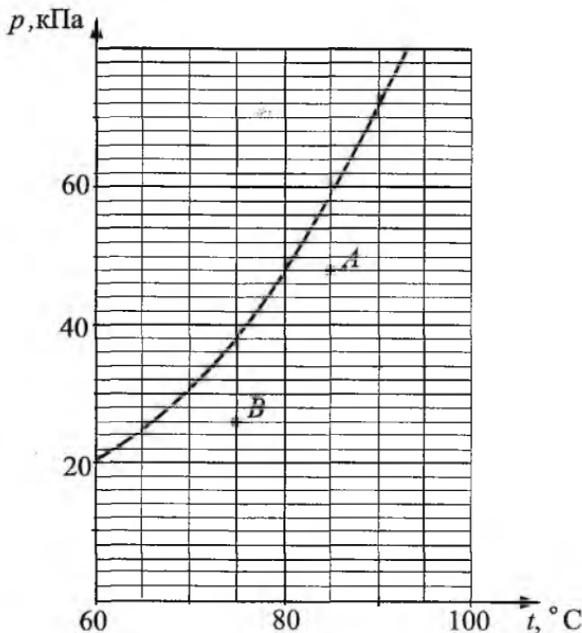


Рис. 400

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Относительная влажность в сосуде  $A$  меньше относительной влажности в сосуде  $B$ .
- 2) Абсолютная влажность в сосуде  $A$  равна  $0,29 \text{ кг/м}^3$ .
- 3) Абсолютная влажность в сосуде  $B$  равна  $1,6 \text{ кг/м}^3$ .
- 4) Для того чтобы в сосуде  $A$  выпала роса, необходимо, не изменяя давления в этом сосуде, уменьшить температуру в нём не менее чем на  $5^\circ\text{C}$ .
- 5) Для того чтобы в сосуде  $B$  выпала роса, необходимо, не изменяя температуру в этом сосуде, увеличить давление в нём менее чем на  $12 \text{ кПа}$ .

Ответ:

12. В сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находилась смесь аргона и гелия, состоящая из 1 моль аргона и 3 моль гелия. Треть

содержимого сосуда выпустили, после чего в сосуд добавили 2 моль аргона. Как изменились парциальное давление аргона и суммарное давление газов, если в сосуде поддерживалась постоянная температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление аргона	Суммарное давление газов

13. Точечные заряды  $+2q$ ,  $+2q$  и  $-q$  закреплены в вершинах равнобедренного треугольника (см. рис. 401). Определите направление относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектора напряжённости электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке  $O$ . Ответ запишите словом (словами).

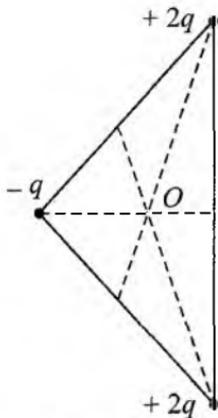


Рис. 401

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Потребляемая мощность фена 800 Вт, он питается от сети напряжением 220 В. Какую длину имеет нагревательный элемент фена, изготовленный из никелиновой проволоки площадью поперечного сечения  $0,04 \text{ мм}^2$ ? Удельное сопротивление никелина  $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

15. В катушке при силе тока 12 А возникает магнитный поток 1 Вб. Определите энергию магнитного поля катушки.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

16. На рисунке 402 дан график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,4 Гн.

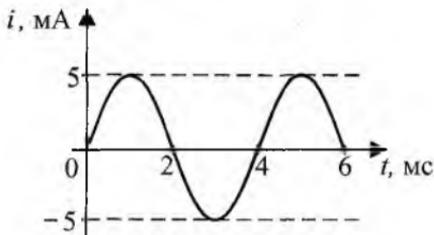


Рис. 402

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, описывающих данный процесс, и укажите их номера.

- 1) Частота электромагнитных колебаний равна 250 Гц.
- 2) Минимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 5 мкДж.
- 3) В момент времени 4 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент времени 3 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия электрического поля конденсатора достигла своего максимума 4 раза.

Ответ: 

--	--

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Как изменятся линейное увеличение и оптическая сила линзы, если предмет приближать к фокусу линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Линейное увеличение линзы	Оптическая сила линзы

18. В колебательном контуре конденсатор на протяжении длительного времени был подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 403). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  перевели из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют зависимости физических величин от времени  $t$ , характеризующие колебания в контуре после перевода ключа.  $T$  — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики представляют.

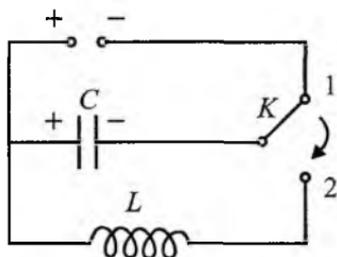


Рис. 403

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А)</p>	<p>1) напряжение на конденсаторе 2) энергия электрического поля конденсатора 3) энергия магнитного поля катушки 4) сила тока в катушке</p>
<p>Б)</p>	

Ответ:

А	Б

19. При распаде ядра изотопа лития  ${}^8_3\text{Li}$  образовалось два одинаковых ядра и электрон. Определите, сколько протонов и нейтронов содержится в каждом из образовавшихся ядер.

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. На рисунке 404 представлен график зависимости числа нераспавшихся ядер полония  ${}^{213}_{84}\text{Po}$  от времени. Сколько процентов ядер эрбия останутся нераспавшимися через 12 мкс?

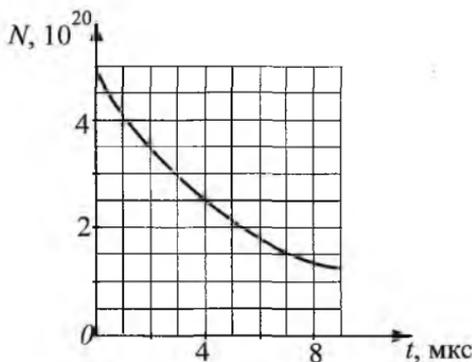


Рис. 404

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

21. На упрощённой диаграмме энергетических уровней некоторого атома стрелками, пронумерованными от 1 до 4, отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями (см. рис. 405). Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей длиной волны, а какой — с излучением света с наименьшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

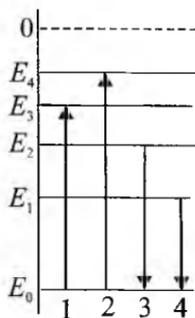


Рис. 405

Процессы	Энергетические переходы
А) поглощение света с наибольшей длиной волны	1) 1 2) 2
Б) излучение света с наименьшей энергией	3) 3 4) 4

Ответ:

А	Б

22. В участок цепи для контроля силы постоянного тока, протекающего по нему, последовательно включают калиброванный резистор, т. е. резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью, и измеряют напряжение на этом резисторе. На рисунке 406 изображена шкала вольтметра, которым измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 8 Ом. Определите силу тока на участке цепи, если известно, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора.

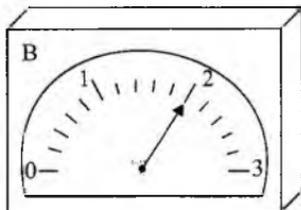


Рис. 406

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Для изучения зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. В качестве грузов взяты полые металлические шарики одинакового объёма. Какие два маятника из предложенных ниже необходимы ученику для проведения такого исследования?

№ маятников	Длина нити, см	Масса груза, г	Материал, из которого сделан груз
1	50	100	медь
2	100	300	сталь
3	70	200	алюминий
4	70	100	алюминий
5	150	300	сталь

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит планет даны в сравнении с планетой Земля.

Планета	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1,9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Линейная скорость вращения по орбите у Урана больше, чем у Сатурна.
- 2) Угловая скорость вращения Марса относительно своей оси равна угловой скорости вращения Земли.
- 3) Вторая космическая скорость для Юпитера больше, чем для Сатурна.

- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии меньше, чем на Венере.
- 5) Средняя плотность Нептуна меньше, чем Урана.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. К батарее с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом присоединены резистор сопротивлением 8 Ом и конденсатор ёмкостью 50 мкФ. В начальный момент времени ключ  $K$  замкнут (см. рис. 407). Определите, какое количество теплоты выделится на резисторе при размыкании ключа. Ответ округлите до сотых.

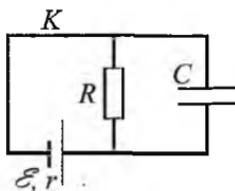


Рис. 407

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

26. На дифракционную решётку, имеющую 200 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света длиной волны 750 нм. Определите наибольший порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. На  $TV$ -диаграмме показано изменение объёма и температуры 1 моль разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в конечное состояние 4. Как изменялось давление газа на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ обоснуйте, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

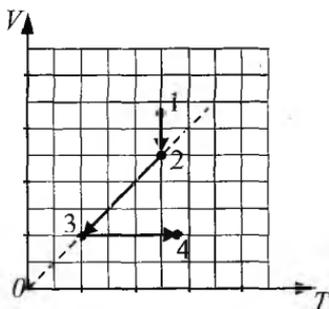


Рис. 408

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Пуля массой 30 г, летящая горизонтально, попадает в шар массой 70 г, висящий на нити длиной 0,9 м. Определите скорость пули перед попаданием в шар, если максимальный угол отклонения шара от вертикали  $60^\circ$ .

29. Шарик свободно падает вниз с нулевой начальной скоростью. Найдите полное время падения, если известно, что в последнюю секунду шарик пролетел 0,75 своего пути.

30. В тепловом двигателе с КПД  $\eta = 15\%$  в качестве рабочего тела используется 2 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя состоит из изобары 1–2, двух адиабат 2–3 и 4–1, изохоры 3–4 (см.

рис. 409). Зная, что минимальная и максимальная температура газа при изохорном процессе  $27^\circ\text{C}$  и  $282^\circ\text{C}$  соответственно, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.

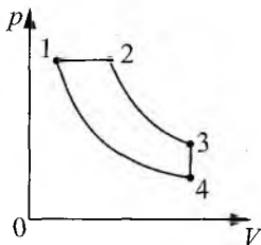


Рис. 409

31. К конденсатору ёмкостью  $C = 10$  пФ подключили два конденсатора ёмкостью  $X$ : один — последовательно, другой — параллельно. Определите ёмкость  $X$ , если ёмкость образовавшейся батареи конденсаторов равна  $1,5C$  (см. рис. 410).

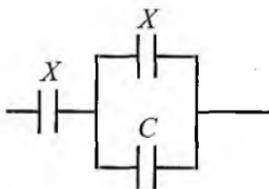


Рис. 410

32. Под действием света с поверхности катода фотоэлемента вылетают электроны в положительном направлении оси  $Ox$  и попадают в электрическое и магнитное поля (см. рис. 411). При какой частоте падающего света в момент попадания в область полей самых быстрых электронов действующая на них сила будет направлена противоположно оси  $Oy$ ? Работа выхода для вещества катода  $2$  эВ, напряжённость электрического поля  $2 \cdot 10^2$  В/м, индукция магнитного поля  $10^{-3}$  Тл.

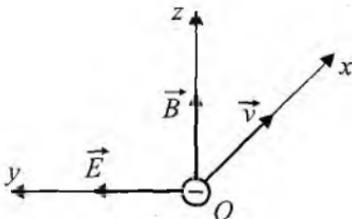


Рис. 411

## Вариант № 32

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На графике (см. рис. 412) дана зависимость проекции скорости  $v_x$  туриста от времени  $t$ . Найдите по графику путь, пройденный им в интервале времени от 6 с до 10 с.

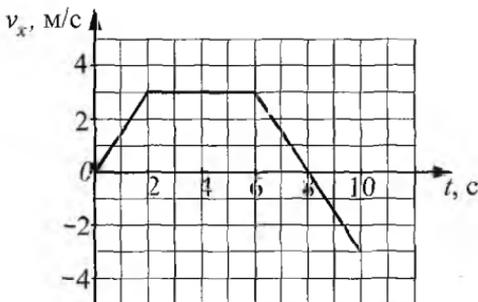


Рис. 412

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. Автомобиль массой 2 т, равноускоренно разгоняясь с места, за 5 с достиг скорости 45 км/ч. Найдите сумму всех сил, действующих на автомобиль.

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

3. На рисунке 413 приведён график зависимости координаты от времени, согласно которому движется тело массой 5 кг. Найдите проекцию импульса этого тела на ось  $Ox$  в момент времени 1,5 сек.

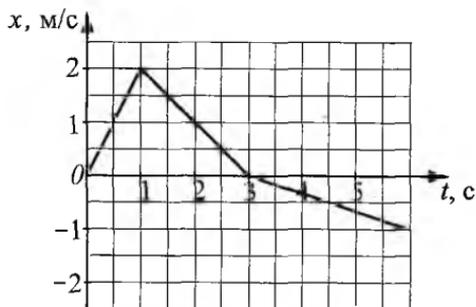


Рис. 413

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

4. В сосуде с водой плавают два деревянных бруска толщиной 5 см каждый, связанных друг с другом, при этом нижний полностью погружён в воду (см. рис. 414). На сколько сантиметров увеличится глубина погружения в воду, если сверху к ним добавить ещё два таких же бруска?

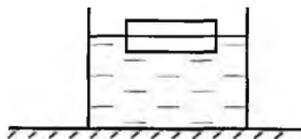


Рис. 414

Ответ: на \_\_\_\_\_ см.

5. Ученик исследовал колебания шарика вдоль оси  $Ox$ . Результаты эксперимента приведены в таблице:

$t, c$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Потенциальная энергия шарика минимальна в момент времени 3 с.
- 2) Кинетическая энергия шарика максимальна в момент времени 2 с.
- 3) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
- 4) Частота колебаний шарика равна 2,5 Гц.
- 5) Максимальная скорость шарика равна  $7,5\pi$  мм/с.

Ответ:

6. С некоторой высоты  $H$  горизонтально бросили шарик с начальной скоростью  $v_0$ , за время  $t$  он пролетел по горизонтали расстояние  $L$  (см. рис. 415). Что произойдёт с дальностью полёта и мгновенной скоростью, если начальную скорость шарика увеличить?

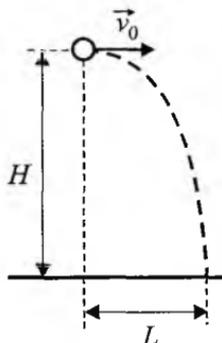


Рис. 415

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полёта	Мгновенная скорость

7. Тело начало равноускоренное движение вдоль оси  $Ox$  с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  и ускорением  $\vec{a}$  (см. рис. 416). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

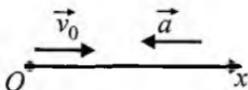
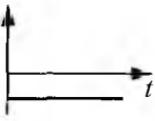
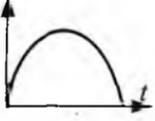


Рис. 416

Графики	Физические величины
А) 	1) проекция перемещения тела на ось $Ox$
Б) 	2) проекция скорости тела на ось $Ox$
	3) проекция ускорения тела на ось $Ox$
	4) проекция кинетической энергии тела на ось $Ox$

Ответ:

А	Б

8. В ходе некоторого процесса средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 2 раза, а давление возросло в 2 раза, при этом число молекул осталось неизменным. Во сколько раз изменилась концентрация молекул газа?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

9. На  $pT$ -диаграмме (см. рис. 417) представлен процесс изменения состояния одноатомного идеального газа. Определите, какое количество теплоты получает газ, если работа, совершённая газом в этом процессе, равна 30 кДж.

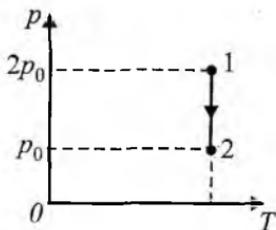


Рис. 417

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Сколько кипятка нужно добавить в кастрюлю, в которой находилось 5 л воды при температуре  $30^{\circ}\text{C}$ , чтобы установилась температура воды  $80^{\circ}\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

11. На рисунке 418 представлена зависимость давления  $p$  насыщенного водяного пара от температуры  $t$ . Точки  $A$  и  $B$  соответствуют значениям давления и температуры в сосудах с водяным паром  $A$  и  $B$ .

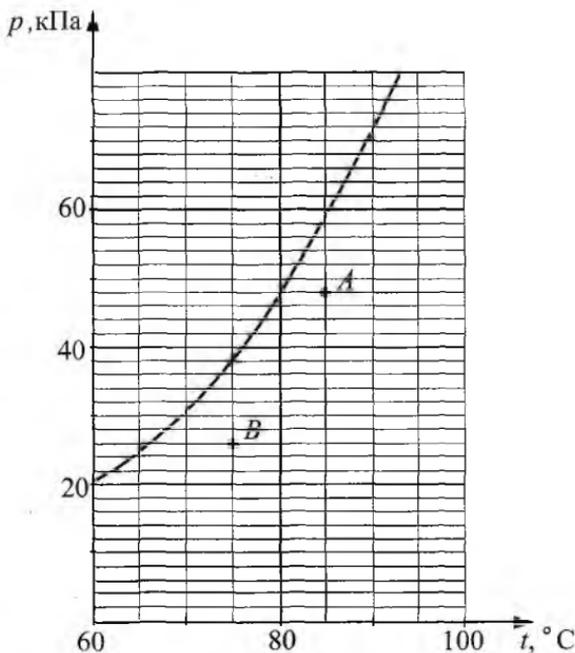


Рис. 418

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Относительная влажность в сосуде  $A$  больше относительной влажности в сосуде  $B$ .
- 2) Абсолютная влажность в сосуде  $A$  равна  $2,9 \text{ кг/м}^3$ .
- 3) Абсолютная влажность в сосуде  $B$  равна  $0,16 \text{ кг/м}^3$ .
- 4) Для того чтобы в сосуде  $A$  выпала роса, необходимо, не изменяя температуры в этом сосуде, увеличить давление в нём менее чем на  $5 \text{ кПа}$ .

- 5) Для того чтобы в сосуде  $B$  выпала роса, необходимо, не изменяя давления в этом сосуде, уменьшить температуру в нём менее чем на 5 градусов.

Ответ:

12. В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится 0,4 моль гелия. Из сосуда выпускают половину газа и накачивают в сосуд взамен 0,2 моль аргона, поддерживая температуру неизменной. Определите, как в результате этого изменяются следующие физические величины: давление газа в сосуде, концентрация молекул содержимого сосуда.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул

13. В зазор между полюсами магнита влетает электрон с начальной скоростью  $v$ , направленной к наблюдателю (см. рис. 419). Определите направление относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующей на электрон силы Лоренца. *Ответ запишите словом (словами).*

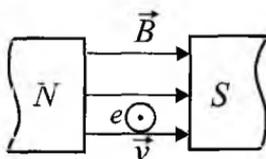


Рис. 419

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. Напряжённость поля между пластинами плоского воздушного конденсатора равна по модулю 100 В/м, расстояние между пластинами 6 мм, заряд конденсатора 30 мкКл. Определите ёмкость этого конденсатора.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ.

15. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Во сколько раз изменится период собственных колеба-

ний контура, если его индуктивность увеличить в 6 раз, а ёмкость уменьшить в 1,5 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

16. На рисунке 420 дан график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,4 Гн.

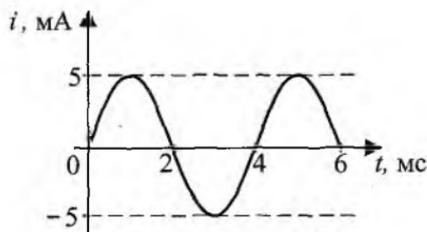


Рис. 420

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения, описывающих данный процесс, и укажите их номера.

- 1) Период электромагнитных колебаний равен 6 с.
- 2) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 5 мкДж.
- 3) В момент времени 3 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент времени 4 мс энергия электрического поля конденсатора достигает своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Как изменятся линейное увеличение и оптическая сила линзы, если предмет удалять от фокуса линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Линейное увеличение линзы	Оптическая сила линзы

18. В колебательном контуре конденсатор на протяжении длительного времени был подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 421). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  перевели из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют зависимости физических величин от времени  $t$ , характеризующие колебания в контуре после перевода ключа.  $T$  — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики представляют.

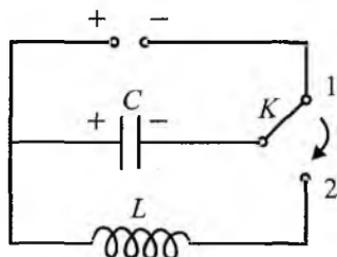


Рис. 421

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) сила тока в катушке</p> <p>2) энергия магнитного поля катушки</p> <p>3) модуль напряжения на конденсаторе</p> <p>4) энергия электрического поля конденсатора</p>

Ответ:

А	Б

19. Какое количество  $\alpha$ -распадов и  $\beta$ -распадов претерпевает радиоактивный изотоп  ${}_{84}^{213}\text{Po}$ , превращаясь в стабильный  ${}_{84}^{209}\text{Po}$ ?

Число $\alpha$ -распадов	Число $\beta$ -распадов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. На рисунке 422 представлен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия  ${}_{68}^{172}\text{Er}$  от времени. Через какое время распадётся  $120 \cdot 10^{18}$  ядер эрбия?

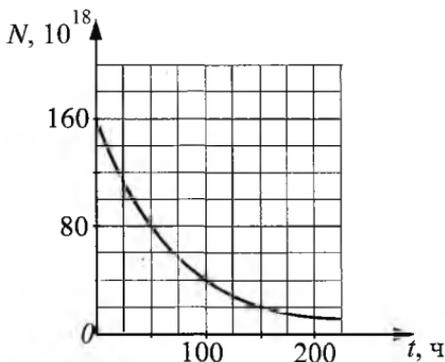


Рис. 422

Ответ: \_\_\_\_\_ ч.

21. На упрощённой диаграмме энергетических уровней некоторого атома стрелками, пронумерованными от 1 до 4, отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями (см. рис. 423). Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света с наименьшей частотой, а какой — с излучением света с наибольшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

Процессы	Энергетические переходы
А) поглощение света с наименьшей частотой	1) 1 2) 2
Б) излучение света с наибольшей энергией	3) 3 4) 4

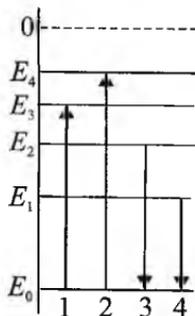


Рис. 423

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. Определите, какой объём занимает вода, налитая в мензурку (см. рис. 424), если погрешность измерения равна половине цены деления.



Рис. 424

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мл.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. Ученику необходимо собрать экспериментальную установку для определения сопротивления лампочки. У него имеются соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и амперметр. Какие **две** позиции из приве-

дённому ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать ученику для проведения этого эксперимента?

- 1) резистор
- 2) лампочка
- 3) вольтметр
- 4) аккумулятор
- 5) амперметр

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Наименование спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~ 12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет, и укажите их номера.

- 1) Каллисто находится ближе к Юпитеру, чем Европа.
- 2) Объём Луны примерно в 2 раза больше объёма Оберона.
- 3) Первая космическая скорость Фобоса примерно равна 7,78 м/с.
- 4) Ускорение свободного падения на Ио равно примерно 1,81 м/с<sup>2</sup>.
- 5) Масса Титана меньше, чем масса Каллисто.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Неподвижные точечные заряды  $-q$  и  $-2q$  ( $q = 3$  нКл) расположены в точках  $A$  и  $C$  соответственно, точка  $B$  находится в середине отрезка  $AC$  (см. рис. 425). Какой положительный заряд надо поместить в точку  $C$  вместо заряда  $-2q$ , чтобы напряжённость электрического поля в точке  $B$  увеличилась в 5 раз?

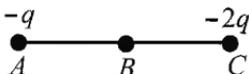


Рис. 425

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

26. В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите фокусное расстояние линзы, если изображение предмета находится на расстоянии 18 см от линзы.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. В камере откачали воздух и создали однородные электрическое поле напряжённостью  $E$  и магнитное поле индукцией  $B$ . В камеру влетает протон, вектор скорости которого перпендикулярен этим полям, и движется прямолинейно (см. рис. 426). Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

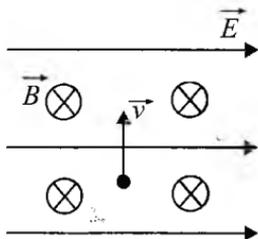


Рис. 426

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Шар массой 300 г, висящий на невесомой нерастяжимой нити длиной 0,9 м, отводят до горизонтального положения и отпускают. Определите центростремительное ускорение шара в момент времени, когда нить составляет с горизонталью угол  $30^\circ$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

29. Шарик свободно падает вниз с высоты 61,25 м с нулевой начальной скоростью. В последнюю секунду шарик пролетел путь в  $n$  раз больший, чем в предыдущую. Найдите  $n$ .

30. Одноатомный идеальный газ совершает замкнутый цикл, который изображён на  $pV$ -диаграмме (см. рис. 427). Масса газа постоянна. Какое количество теплоты получает газ от нагревателя, если известно, что его работа на участке 1–2 равна 4 кДж?

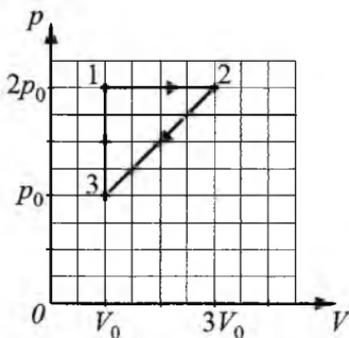


Рис. 427

31. Плоский конденсатор подключён в цепь, как показано на рисунке 428. ЭДС источника  $E = 24$  В, внутреннее сопротивление  $r = 5$  Ом, сопротивления резисторов  $R_1 = 15$  Ом,  $R_2 = 35$  Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора, если напряжённость электрического поля конденсатора  $30$  кВ/м.

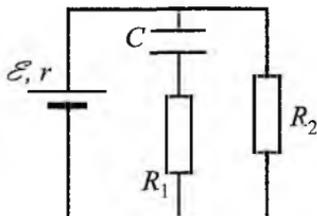


Рис. 428

32. Свет частотой  $6 \cdot 10^{14}$  Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. Вольт-амперная характеристика процесса приведена на рисунке 429. Определите мощность падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон.

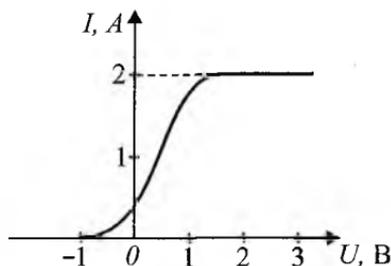


Рис. 429

## Вариант № 33

## Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Поезд при скорости 72 км/ч начал тормозить. Модуль ускорения равен  $0,1 \text{ м/с}^2$ . Чему равен тормозной путь через 30 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

2. На горизонтальной крышке стола лежит брусок массой 2 кг. Какая минимальная горизонтальная сила может сбросить его со стола, если коэффициент трения равен 0,3?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Из орудия массой 10 т выстрелили в горизонтальном направлении. Масса снаряда 40 кг, а его скорость при выстреле равна 1000 м/с. Определите длину отката орудия, если коэффициент трения его о почву равен 0,4.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

4. Определите массу груза, который на пружине жёсткостью 300 Н/м делает 40 колебаний за 32 с. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5. Ученик провёл два опыта, используя оборудование, представленное на рисунке 430. Используемые в опыте грузики имеют одинаковый объём, но сделаны из разных веществ. Перед опытами весы уравновешены.

**Опыт 1.** Весы с грузом опускаются в сосуды с водой.

**Опыт 2.** Весы с грузом опускаются в разнородные жидкости.

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных данных и укажите их номера.

1) В опыте 1 равновесие нарушится в сторону свинцового тела.

2) В опыте 1 равновесие не нарушится.

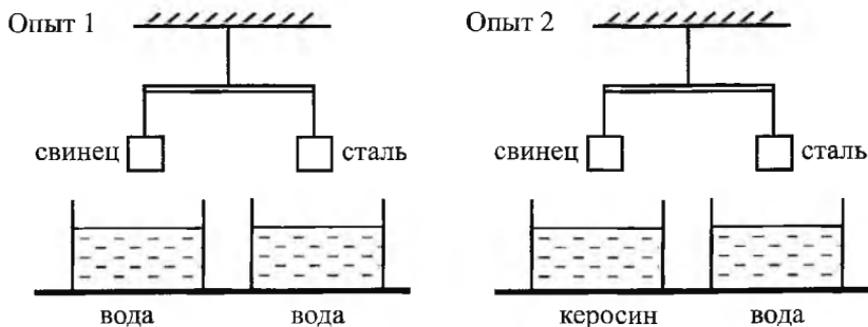


Рис. 430

- 3) В опыте 2 равновесие не нарушится.
- 4) В опыте 2 равновесие нарушится в сторону свинцового тела.
- 5) В опыте 2 равновесие нарушится в сторону стального тела.

Ответ:

6. Тележка массой  $m_1$  движется со скоростью  $v_1$ . Её догоняет человек массой  $m_2$  со скоростью  $v_2$  и вскакивает на тележку. Как изменятся импульсы человека и тележки после вскакивания на неё человека относительно неподвижной системы отсчёта? Сопротивлением движения тележки пренебречь. Масса человека в 2 раза больше массы тележки.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс человека	Импульс тележки

7. Материальная точка движется так, как представлено на графике (см. рис. 431). На каком из участков точка двигалась с наибольшим ускорением и с наибольшей скоростью? Установите соответствие между физическими величинами и участками графика.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

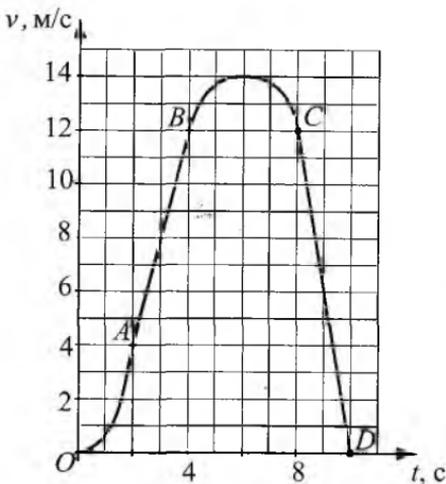


Рис. 431

Физические величины	Участки графика
А) наибольшее ускорение	1) $OA$
Б) наибольшая скорость	2) $AB$
	3) $BC$
	4) $CD$
	5) $OB$

Ответ:

А	Б

8. Под каким давлением находится газ в сосуде, если средний квадрат скорости его молекул  $v^2 = 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$ , концентрация молекул  $3 \cdot 10^{25} \text{ 1/м}^3$ , масса каждой молекулы  $5 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ МПа.

9. В цилиндре находится 2 кг воздуха при  $20^\circ\text{C}$  под давлением 1 МПа. Найдите работу при изобарном нагревании воздуха до  $100^\circ\text{C}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. В помещении при температуре  $17^\circ\text{C}$  относительная влажность воздуха составляет 70%. До какой температуры охладилось оконное стекло, если оно «запотело»?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

11. В цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. При медленном сжатии концентрация молекул газа увеличивается в два раза. Процесс считать изотермическим.

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Энергия поступательного движения молекул увеличилась в 2 раза.
- 2) Кинетическая энергия молекул уменьшилась в 2 раза.
- 3) Кинетическая энергия молекул не изменилась.
- 4) Объём газа остаётся неизменным.
- 5) Давление газа увеличилось в два раза.

Ответ:

12. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 200 Дж. Как изменились внутренняя энергия и температура газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия газа	Температура газа

13. В однородном магнитном поле движется проводник. Направление линий магнитной индукции и направление индукционного тока в проводнике указаны на рисунке 432. Определите, в каком направлении двигался проводник (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*). Ответ запишите словом (словами).

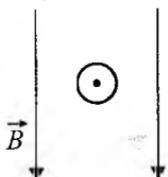


Рис. 432

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. На рисунке 433 дана электрическая схема ( $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$ ,  $r = 0,5 \text{ Ом}$ ). Что покажет амперметр, если цепь замкнуть? Ответ округлите до сотых.

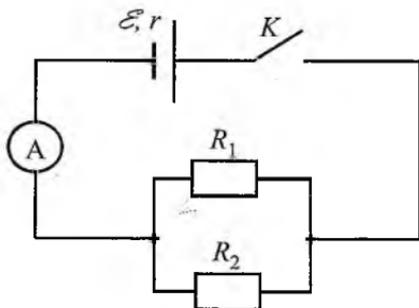


Рис. 433

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. Какой рисунок соответствует полному внутреннему отражению (см. рис. 434)?

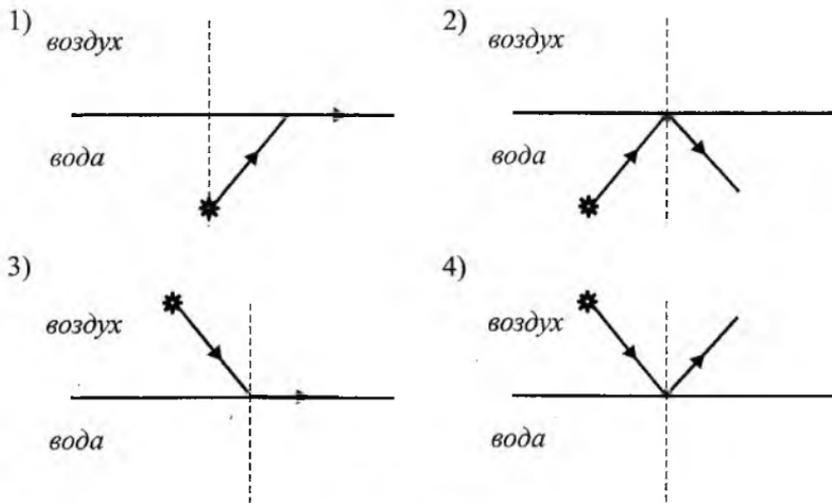


Рис. 434

Ответ: \_\_\_\_\_.

16. Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) В основе работы трансформатора лежит принцип явления электромагнитной индукции.
- 2) КПД трансформатора возрастает, если стальной сердечник заменить на алюминиевый.

- 3) Ток во вторичной обмотке возникает, если вокруг замкнутой вторичной обмотки существует переменное магнитное поле.
- 4) Ток во вторичной замкнутой обмотке возникает, если вокруг этой обмотки существует переменное электрическое поле.
- 5) Ток во вторичной замкнутой обмотке возникает независимо от того, какое поле существует — переменное магнитное или переменное электрическое.

Ответ:

17. Дана электрическая схема (см. рис. 435). ЭДС источника тока 6 В, его внутреннее сопротивление 1,2 Ом,  $R_1 = 8$  Ом,  $R_2 = 4,8$  Ом. Какие изменения произойдут в показаниях вольтметра и амперметра, если переключатель  $K$  из положения 2 перевести в положение 3?

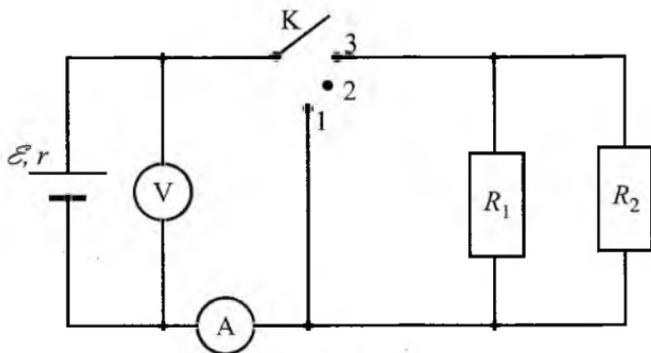


Рис. 435

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показание вольтметра	Показание амперметра

18. При фотоэффекте свет с длиной волны  $\lambda$  падает на некоторую пластинку. Фотоэффект прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U_3$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) работа выхода электрона из металла	1) $\frac{h\lambda}{eU_3}$
Б) максимальная скорость фотоэлектронов	2) $\frac{h\lambda}{c} - eU_3$
	3) $\frac{hc}{\lambda} - eU_3$
	4) $\sqrt{\frac{2eU_3}{m_e}}$
	5) $\sqrt{\frac{2m_e U_3}{e}}$

Ответ:

А	Б

19. При бомбардировке ядер изотопа алюминия  ${}_{12}^{27}Al$   $\alpha$ -частицами образуется новое ядро и испускается протон. Чему равно число протонов и нейтронов образовавшегося элемента?

Число протонов	Число нейтронов

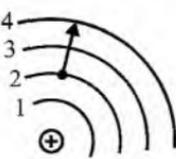
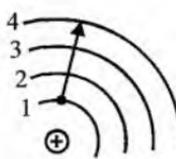
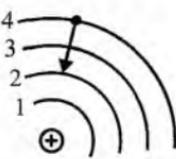
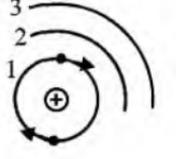
**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Работа выхода электронов из серебра составляет  $7,85 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите длину волны «красной границы» фотоэффекта для серебра.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-7}$  м.

21. Установите соответствие между процессами поглощения и испускания кванта света атомом и схемой энергетических переходов.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Процессы	Энергетические переходы
А) поглощение атомом фотона наименьшей частоты Б) излучение атомом фотона наименьшей частоты	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>1) </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>2) </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>3) </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>4) </p> </div> </div>

Ответ:

А	Б

22. Что показывает термометр с учётом абсолютной погрешности (см. рис. 436)? Абсолютная погрешность равна половине цены деления.

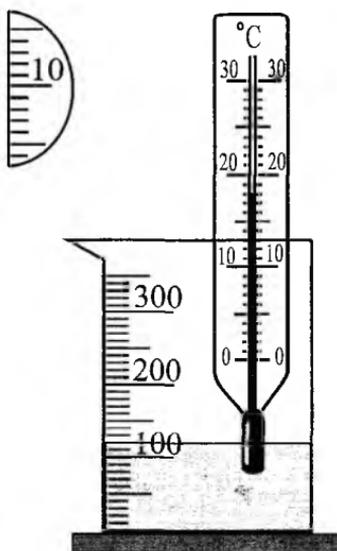


Рис. 436

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °С.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. В вашем распоряжении твёрдое тело неправильной формы. Нужно определить объём этого тела. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) линейка
- 2) сосуд с водой
- 3) манометр
- 4) мензурка, в которую тело не входит

Ответ:

24. Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Высота Полярной звезды для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе, равна  $90^\circ$ .
- 2) Полярная звезда находится в созвездии Вега.
- 3) Высота Полярной звезды для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе, равна  $0^\circ$ .
- 4) Полярная звезда находится в созвездии Большая Медведица.
- 5) Полярная звезда находится в созвездии Малая Медведица.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В баллоне объёмом 20 л находится азот  ${}^{14}_7\text{N}$  при температуре  $127^\circ\text{C}$ . После израсходования части газа давление в баллоне понизилось на 200 кПа. Считая процесс изотермическим, определите массу израсходованного газа. Ответ округлите до 0,1 г.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26. Два точечных заряда  $q_1 = 5 \cdot 10^{-10}$  Кл и  $q_2 = -2 \cdot 10^{-10}$  Кл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Определите силу, приложенную к третьему

заряду  $q_3 = 3 \cdot 10^{-10}$  Кл, находящемуся на расстоянии 4 см от первого и 3 см от второго. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Два человека одинаковой массы, держась руками, висят на концах каната, перекинутого через неподвижный блок. Что будет происходить с положением второго человека, если первый будет, подтягиваясь на руках, подниматься вверх?

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Тело массой 2 кг движется по закону  $x = 5 \sin \pi t$  см. Определите силу, приложенную к телу в момент времени  $t = \frac{1}{6}$  с. Результат запишите с точностью до 0,01 Н.

29. Шарик начинает скатываться с наклонной плоскости, находясь на высоте  $h = 1$  м, затем прокатывается по горизонтальной поверхности длиной  $l = 2$  м и поднимается на другую наклонную плоскость (см. рис. 437). Определите максимальную высоту  $h_2$ , на которую поднимется шарик, если угол наклона обеих плоскостей  $\alpha = 45^\circ$ , а коэффициент трения качения шарика на всём пути  $k = 0,05$ . Результат округлите до сотых.

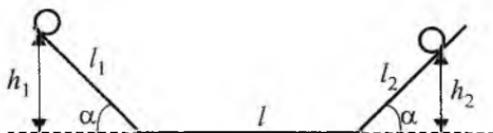


Рис. 437

30. Определите КПД цикла Карно, если температура нагревателя и холодильника соответственно равны  $200^\circ\text{C}$  и  $15^\circ\text{C}$ . Насколько нужно повысить температуру нагревателя, чтобы КПД цикла увеличился вдвое?

31. Электрон прошёл ускоряющую разность потенциалов  $100\text{ В}$  и влетел в однородное электрическое поле напряжённостью  $E = 2 \cdot 10^3\text{ В/м}$  в направлении силовых линий поля. Какое расстояние он пролетит до остановки?

32. При какой скорости релятивистская масса частицы в 3 раза больше массы покоя этой частицы? Ответ округлите до  $0,01 \cdot 10^8\text{ м/с}$ .

## Вариант № 34

### Часть 1

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1. Зависимость пройденного телом пути от времени даётся уравнением  $S = A - Bt + ct^2$ , где  $A = 6\text{ м}$ ,  $B = 3\text{ м/с}$ ,  $c = 2\text{ м/с}^2$ . Найдите среднюю скорость в интервале времени 1 до 4 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Клеть весом  $9,8\text{ кН}$  опускается в шахту равноускоренно и проходит путь в  $72\text{ м}$  за  $12\text{ с}$ . Определите силу натяжения каната, на котором опускается клеть. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

3. Автомобиль, двигаясь равноускоренно по горизонтальному пути со скоростью  $36\text{ км/ч}$ , через некоторое время достигает скорости  $72\text{ км/ч}$ , совершив при этом работу в  $300\text{ кДж}$ . Определите массу автомобиля.

Ответ: \_\_\_\_\_ т.

4. Кусок металла весит в воздухе 624 Н, а при погружении в воду 544 Н. Определите плотность металла.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

5. На рисунке 438 показана установка, с которой ученик проводит два опыта.

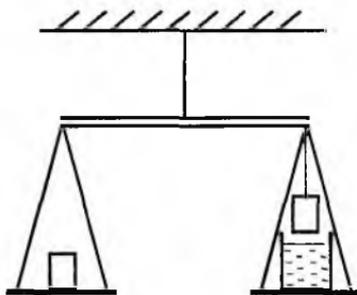


Рис. 438

**Опыт 1.** Нить удлиняют, и твёрдое тело полностью погружается в воду, не касаясь дна.

**Опыт 2.** Нить удлиняют, и твёрдое тело ложится на дно.

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных данных и укажите их номера.

- 1) В опыте 1 твёрдое тело с водой перетянет.
- 2) В опыте 1 равновесие не нарушится.
- 3) В опыте 1 левое плечо весов перетянет.
- 4) В опыте 2 равновесие не нарушится.
- 5) В опыте 2 равновесие нарушится в сторону левого плеча весов.

Ответ:

6. Тележка массой  $m_1$  движется со скоростью  $v_1$ . Навстречу ей движется человек массой  $m_2$  со скоростью  $v_2$  и вскакивает на тележку. Как при этом изменятся импульсы человека и тележки относительно неподвижной системы отсчёта? Сопротивлением движения тележки пренебречь. Масса тележки в 2 раза меньше массы человека, а её скорость в два раза больше скорости человека.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс человека	Импульс тележки

7. Тело массой  $m$  бросили под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v$ , в результате чего оно поднялось на максимальную высоту  $h$ . Чему равна скорость тела и его полная механическая энергия на этой высоте? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. Сопротивление воздуха не учитывать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) скорость тела на высоте $h$	1) 0
Б) полная механическая энергия тела на высоте $h$	2) $v \sin \alpha$
	3) $v \cos \alpha$
	4) $mgh$
	5) $\frac{mv^2}{2}$

Ответ:

А	Б

8. Средняя квадратичная скорость молекул газа, находящегося при температуре  $100^\circ\text{C}$ , равна  $540\text{ м/с}$ . Определите массу молекулы.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-26}$  кг.

9. В цилиндре объёмом  $0,024\text{ м}^3$  находится газ, который изобарно расширяется под давлением  $5 \cdot 10^6\text{ Па}$ . Определите конечный объём газа, если при его расширении совершается работа в  $1,5\text{ кДж}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{дм}^3$ .

10. Относительная влажность в комнате  $60\%$  при температуре  $16^\circ\text{C}$ . До какой температуры надо охладить блестящий металлический предмет, чтобы на его поверхности появилась роса?

Ответ: на \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

11. В равные массы холодных воды и глицерина, имеющих одинаковые температуры, опустили 3 шарика одинаковой массы из стали, меди и свинца одинаковой температуры, большей на несколько десятков градусов Цель-

сия, чем у указанных жидкостей, но далёких от температуры их кипения. (Удельная теплоёмкость глицерина  $2400 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град.}$ )

Из приведённого ниже списка на основании анализа эксперимента выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Температура воды окажется выше, чем температура глицерина.
- 2) Температура воды станет ниже, чем температура глицерина.
- 3) Температуры воды и глицерина окажутся одинаковыми.
- 4) Свинцовый шарик в обоих случаях отдаёт большее количество теплоты, чем стальной.
- 5) Медный шарик отдаёт большее количество теплоты, чем свинцовый.

Ответ:

12. Дан график изопроцессов (см. рис. 439). Как изменяются давление и внутренняя энергия газа в процессе 3–1?

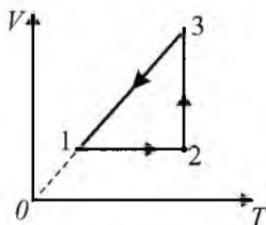


Рис. 439

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

13. По двум длинным параллельным проводникам пропустили ток разного направления (см. рис. 440). Как будут взаимодействовать эти проводники (останутся на месте, притянутся, оттолкнутся)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.



Рис. 440

14. Четыре элемента с внутренним сопротивлением  $0,8 \text{ Ом}$  и ЭДС  $2 \text{ В}$  каждый соединены последовательно и замкнуты сопротивлением  $4,8 \text{ Ом}$ . Рассчитайте силу тока в цепи.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. Мгновенное значение силы переменного тока частотой  $50 \text{ Гц}$  равно  $2 \text{ А}$  для фазы  $\pi/4$  рад. Какова амплитуда силы тока? Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

16. Трансформаторы работают на явлении электромагнитной индукции.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Явление электромагнитной индукции открыл Э. Ленц.
- 2) Явление электромагнитной индукции открыл М. Фарадей.
- 3) Повышающие трансформаторы применяют для увеличения силы тока в линиях электропередач.
- 4) Повышающие трансформаторы применяют для увеличения частоты передаваемого тока.
- 5) Повышающие трансформаторы применяют для уменьшения доли потерянной энергии на линии электропередач.

Ответ:

17. Дана электрическая схема (см. рис. 441). ЭДС источника тока  $6 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $1,2 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4,8 \text{ Ом}$ . Какие изменения произойдут в показаниях вольтметра и амперметра, если переключатель  $K$  перевести из положения 1 в положение 3?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Показание вольтметра	Показание амперметра

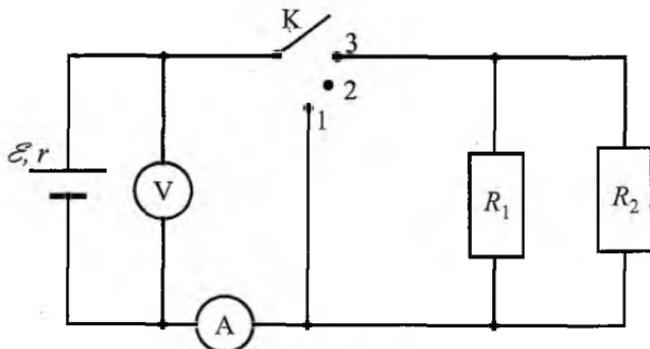


Рис. 441

18. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L$  и плоского конденсатора. Между обкладок конденсатора площадью  $S$  вставлен диэлектрик толщиной  $d$  с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Найдите длину и частоту волны, возбуждаемой этим колебательным контуром. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) длина волны	1) $\sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0 SL}{d}}$
Б) частота волны	2) $2\pi\sqrt{\frac{\epsilon SL}{d}}$
	3) $2\pi c\sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0 SL}{d}}$
	4) $\frac{d}{2\pi\sqrt{\epsilon\epsilon_0 SLd}}$
	5) $2\pi\sqrt{\frac{d}{\epsilon\epsilon_0 SL}}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро полония  ${}_{84}^{216}\text{Po}$  образовалось после двух последовательных  $\alpha$ -распадов. Укажите массовое число и порядковый номер в таблице Менделеева исходного химического элемента.

Массовое число	Порядковый номер в таблице Менделеева

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20. Определите массу фотона красного света светофора. Длина волны красного света 0,7 мкм. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-36</sup> кг.

21. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими фотон длиной волны  $\lambda$ , и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) энергия фотона	1) $\frac{hc}{\lambda}$
Б) импульс фотона	2) $\frac{h\lambda}{c}$
	3) $\frac{\lambda}{c}$
	4) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ: 

А	Б

22. При выполнении лабораторной работы ученик, исследуя зависимость пути от времени, получил ряд значений для построения графика движения (см. рис. 442).

На оси координат он отметил пять экспериментальных точек. Какой из графиков на рисунке 443 построен верно?

Ответ: \_\_\_\_\_.

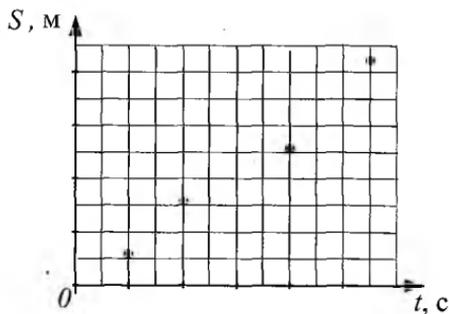


Рис. 442

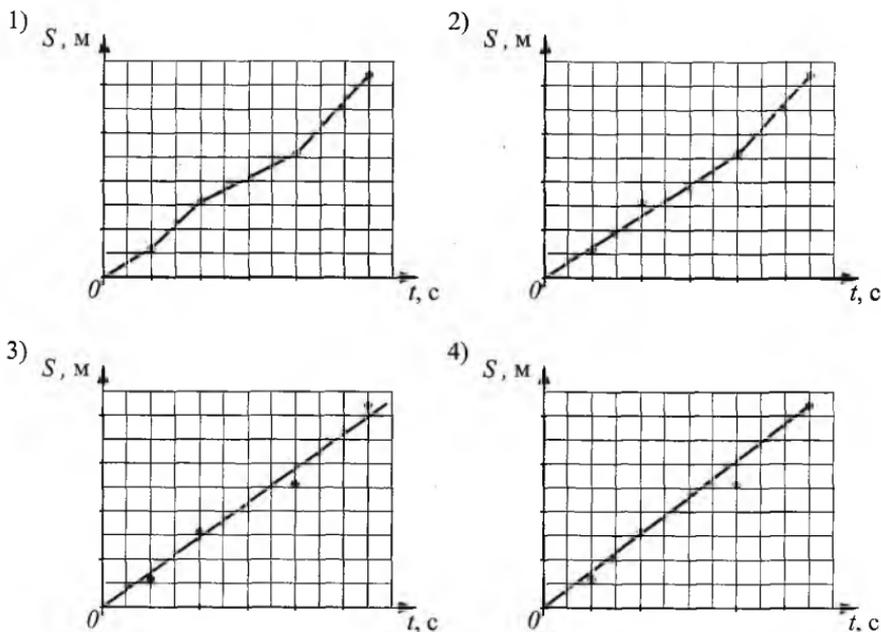


Рис. 443

23. В вашем распоряжении сосуд с неизвестной жидкостью и твёрдое тело из неизвестного вещества. Нужно определить плотность этого тела. Какие два измерительных прибора из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) ареометр
- 3) весы

4) мензурка

Ответ:

24. Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Наибольший размер среди планет Солнечной системы имеет Уран.
- 2) На седьмом месте по расстоянию от Солнца находится Уран.
- 3) Наибольший размер среди планет Солнечной системы имеет Юпитер.
- 4) На седьмом месте по расстоянию от Солнца находится Нептун.
- 5) Наибольший размер среди планет Солнечной системы имеет Сатурн.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

### Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Вычислите плотность азота  ${}^{14}_7\text{N}$ , находящегося в сосуде под давлением 2 МПа и имеющего температуру 127 °С. Результат округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

26. Электрон влетел в однородное электрическое поле напряжённостью  $5 \cdot 10^3$  В/м со скоростью  $2 \cdot 10^5$  м/с перпендикулярно линиям напряжённости. Определите скорость электрона в тот момент, когда он в этом поле пройдёт путь в проекции на первоначальное направление 1 см. Ответ округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Мм/с.

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

27. Может ли парусная яхта двигаться из пункта  $A$  в пункт  $B$ , если в направлении  $BA$  дует постоянный по величине ветер? Ответ объясните.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

28. Автомобиль массой  $1,2$  тонны, двигаясь со скоростью  $18$  км/ч, остановился после выключения двигателя через  $30$  секунд. Определите среднюю силу сопротивления движению автомобиля, считая, что после выключения двигателя он двигался равнозамедленно.

29. Камень, брошенный вертикально вверх со скоростью  $20$  м/с, оказывается два раза на высоте  $10$  м при движении вверх, а потом вниз. Найдите промежуток времени, прошедший между положениями камня на этой высоте. Результат округлите до  $0,1$  с.

30. На сколько градусов нагреется железная болванка массой  $2$  кг от удара молота массой  $350$  кг, падающего с высоты  $2$  м, если болванка поглощает  $50\%$  количества теплоты, выделяющегося при ударе?

31. Два точечных заряда  $9q$  и  $-q$  закреплены на расстоянии  $l = 50$  см друг от друга. Третий заряд  $q_1$  может перемещаться только по прямой, соединяющей закреплённые заряды. На каком расстоянии от заряда  $-q$  должен находиться заряд  $q_1$ , чтобы последний находился в равновесии? Ответ дайте в сантиметрах.

32. При фотоэффекте монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,4$  мкм падает на некоторую пластинку. Фотоэффект прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 1,2$  В. Определите работу выхода электрона из металла в эВ. Ответ округлите до десятых.

## Вариант № 35

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Длина дорожки для взлёта самолёта 675 м. Через 15 с после старта самолёт взлетел. Какова скорость самолёта при взлёте.

Ответ: \_\_\_\_\_ км/ч.

2. Чему равно ускорение силы тяжести на высоте, равной трём радиусам Земли? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

3. Найдите мощность электродвигателя, приводящего в действие насос, подающий 270 м<sup>3</sup> воды в час на высоту 15 м, если КПД установки 60 %.

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

4. Малый поршень гидропресса за один ход опускается на 0,2 м, а большой при этом поднимается на 1 см. С какой силой действует пресс на зажатое в нём тело, если на маленький поршень действует сила 500 Н?

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

5. На рисунке 444 дан график зависимости координаты материальной точки от времени. Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

1) Перемещение материальной точки за время 10 с равно 15 м.

2) Перемещение материальной точки за время 10 с равно 0 м.

3) Средняя скорость движения за время 10 с равна 1,5 м/с.

4) Перемещение материальной точки за время 10 с равно 6 м.

5) Средняя скорость движения на всём пути равна 3 м/с.

Ответ: 

--	--

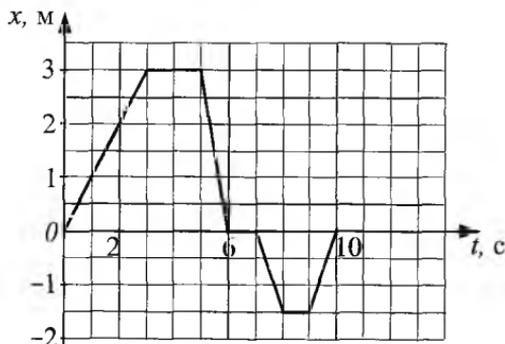


Рис. 444

6. Стальной шарик падает с некоторой высоты отвесно на горизонтальную плиту и отскакивает от неё. Как изменится его потенциальная энергия на максимальной высоте после отскока по сравнению с потенциальной в начальном положении? Как изменится (по модулю) его ускорение движения? Соударение шарика с плитой не абсолютно упругое, сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Ускорение

7. Через неподвижный блок переброшена тонкая нерастяжимая нить, к концам которой подвешены два груза массами  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_2 > m_1$ ). Массой блока можно пренебречь. Сопротивление воздуха не учитывать. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ускорение движения грузов	1) $g \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}$
Б) сила натяжения нитей	2) $m_2(g - a)$
	3) $m_2(g + a)$
	4) $g \frac{m_2 + m_1}{m_2 - m_1}$
	5) $m_1(g - a)$

Ответ:

А	Б

8. Определите среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при температуре 20 °С. Округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

9. 15 м<sup>3</sup> воздуха имеют температуру 0 °С. Какую работу совершит воздух, расширяясь изобарно при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па, если его нагреть на 17 °С?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. В печи сгорели сосновые дрова объёмом 0,01 м<sup>3</sup>. Какое количество теплоты при этом выделилось? Удельная теплота сгорания сосновых дров 13 МДж/кг, их плотность 600 кг/м<sup>3</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_ МДж.

11. На  $pV$ -диаграмме (см. рис. 445) показан замкнутый цикл идеального газа.

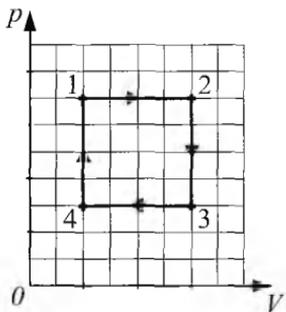


Рис. 445

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) Внутренняя энергия газа максимальна в точке 2.
- 2) Температура газа максимальна в точке 1.
- 3) Максимальная внутренняя энергия газа в точке 3.
- 4) Работа расширения газа на участке 1–2 положительна.
- 5) Участок 1–2 соответствует изохорному процессу.

Ответ:

12. На рисунке 446 изображены графики изопроцессов для одной и той же массы газа. Как в процессах 1 и 2 изменяются давление газа и его внутренняя энергия?

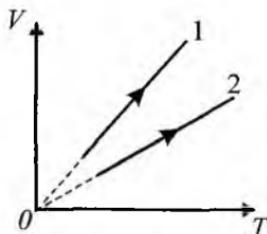


Рис. 446

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия

13. В однородном магнитном поле находится проводник, по которому пропустили ток (см. рис. 447). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Ответ запишите словом (словами).

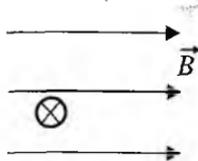


Рис. 447

Ответ: \_\_\_\_\_.

14. На рисунке 448 дана электрическая схема, в которой  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 18 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 10 \text{ Ом}$ . Что покажет амперметр?

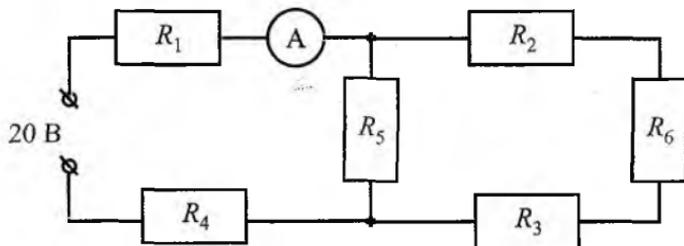


Рис. 448

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15. Индуктивность катушки колебательного контура  $5 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$ . Требуется настроить контур на частоту 1 МГц. Какова должна быть ёмкость конденсатора в этом контуре? Ответ округлите до  $0,1 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ .

16. Даны две электрические схемы (см. рис. 449). Какие процессы будут протекать при замыкании ключа  $K$ ?

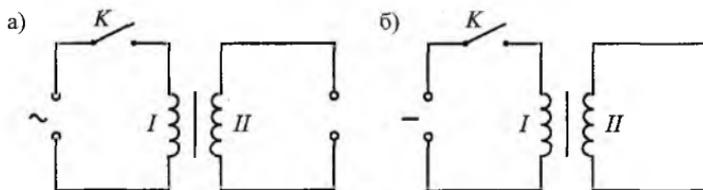


Рис. 449

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения и запишите их номера.

- 1) При замыкании ключа  $K$  (схема а) во вторичной обмотке ничего не возникнет, т.к. обмотка разомкнута.
- 2) На концах вторичной обмотки (схема а) возникнет переменная ЭДС.
- 3) При замыкании ключа  $K$  (схема б) по вторичной обмотке будет протекать постоянный ток, т.к. обмотка II замкнута.
- 4) В момент замыкания ключа  $K$  (схема б) во вторичной обмотке возникнет кратковременный ток.

5) При замыкании ключей  $K$  (схемы а и б) никаких процессов не возникнет.

Ответ:

17. На рисунке 450 изображён трек частицы, полученный с помощью камеры Вильсона. Протон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Как изменятся скорость протона и его импульс, если магнитная индукция поля возрастет?

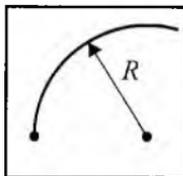


Рис. 450

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс протона	Скорость протона

18. Электрическая цепь (см. рис. 451) состоит из батареи с ЭДС, равной  $\mathcal{E}$ , резистора сопротивлением  $R$  и идеального амперметра, который показывает силу тока  $I$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

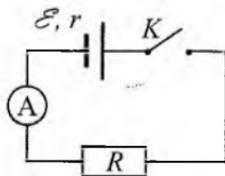


Рис. 451

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) внутреннее сопротивление батареи	1) $\frac{\mathcal{E} + IR}{I}$
Б) сила тока короткого замыкания	2) $\frac{\mathcal{E} - IR}{I}$
	3) $\frac{\mathcal{E} - IR^2}{R}$
	4) $\frac{\mathcal{E}I}{\mathcal{E} - IR}$
	5) $\frac{\mathcal{E} - IR}{\mathcal{E}I}$

Ответ: 

А	Б

19. Укажите, сколько протонов и нейтронов содержится в ядре химического элемента, полученного в результате ядерной реакции



Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Глаз человека воспринимает свет длиной волны 500 нм, если энергия света, ежесекундно попадающего на сетчатку глаза, не менее  $2,1 \cdot 10^{-17}$  Дж. Сколько световых квантов за 1 с попадает в этом случае на сетчатку?

Ответ: \_\_\_\_\_.

21. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими фотон рентгеновского излучения частотой  $\nu = 10^{18}$  Гц, и результатами вычислений.

Физические величины	Результаты вычислений
А) масса фотона	1) $7,3 \cdot 10^{-33}$
Б) импульс фотона	2) $2,2 \cdot 10^{-24}$
	3) $2,2 \cdot 10^{-22}$
	4) $8,4 \cdot 10^{-34}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. Ученик, изучая законы постоянного тока, собрал электрическую цепь, состоящую из источника тока с  $\mathcal{E} = 20$  В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом, резистора сопротивлением 9,8 Ом и амперметра с пределами измерения 0–5 А, шкала которого разбита на 100 делений. Запишите в ответе истинное значение силы тока, если погрешность амперметра равна цене деления его шкалы.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

**В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

23. В вашем распоряжении твёрдое тело. Если это тело погрузить в воду, то на него будет действовать выталкивающая сила. Нужно определить величину этой силы. Какие два измерительных прибора из приведённого ниже перечня оборудования можно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) манометр
- 3) весы с разновесом
- 4) барометр

Ответ: 

--	--

24. Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Земля имеет наибольшую скорость движения на своей орбите в день летнего солнцестояния.
- 2) Земля имеет наибольшую скорость движения на своей орбите в день зимнего солнцестояния.
- 3) Земля находится в перигелии в день весеннего равноденствия.
- 4) Земля находится в перигелии в день осеннего равноденствия.
- 5) Земля находится в перигелии в день зимнего солнцестояния.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

25. Электрочайник, включённый в сеть напряжением 220 В, нагревает воду объёмом 2 л от 20 °С до кипения за 10 минут. Определите силу тока в нагревателе, если КПД чайника 90 %. Результат округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

26. В электрической цепи, состоящей из источника тока, амперметра и внешнего сопротивления  $R$ , замкнули ключ  $K$  (см. рис. 452). При внешнем сопротивлении  $R = R_1 = 9,8$  Ом амперметр показывает силу тока  $I = 2$  А, а при  $R = R_2 = 19,8$  Ом амперметр показал силу тока  $I_2 = 1$  А. Определите силу тока короткого замыкания. Сопротивлением амперметра пренебречь.

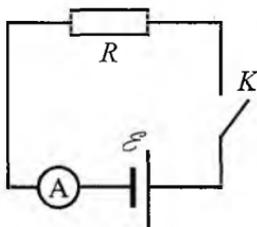


Рис. 452

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

27. Плоскому воздушному конденсатору сообщили некоторый заряд. Можно ли увеличить энергию этого конденсатора, не изменяя величину сообщённого заряда? Результат поясните.

*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

28. Математический маятник длиной  $l = 1$  м сначала поднимают за свободный конец нити, а затем опускают с одинаковым по величине ускорением, равным  $2 \text{ м/с}^2$ . Определите величину изменения периода колебаний этого маятника. Результат округлите до десятых.

29. На прочной нерастяжимой нити висит пластилиновый шарик массой  $0,25$  кг. Нить отклонили на угол  $60^\circ$ . В момент начала колебательных движений шарика на него падает другой пластилиновый шарик массой  $0,05$  кг со скоростью  $2 \text{ м/с}$ . Чему равна сила натяжения нити, когда шарик проходит положение равновесия? Длина нити  $l = 1$  м. Результат округлите до  $0,01$  Н.

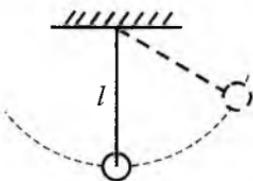


Рис. 453

30. От солнечного нагрева, изобарически расширяясь в оболочке стратостата, одноатомный газ (гелий) совершил работу  $100$  кДж. Определите, какое количество теплоты было сообщено газу в процессе расширения.

31. Кольцо площадью  $10 \text{ см}^2$  из проволоки сопротивлением  $R = 10^{-3}$  Ом находится в однородном магнитном поле так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Если кольцо резко выдернуть из поля, то по кольцу пройдёт заряд  $0,4$  Кл. Определите индукцию магнитного поля.

32. Найдите частоту света, вырывающего с поверхности металла электроны, которые полностью задерживаются потенциалом  $2$  В, если «красная граница» фотоэффекта в этом случае равна  $3 \cdot 10^{-7}$  м. Ответ округлите до  $0,01 \cdot 10^{15}$  Гц.

## Решения некоторых вариантов

## Решение варианта № 1

## Часть 1

## 1. Проекция ускорения

$$a = \frac{v_x - v_{0x}}{t - t_0}$$

Используя информацию, представленную в графическом виде, находим:  $t_0 = 8$  с,  $t = 10$  с,  $v_{0x} = 8$  м/с,  $v_x = 0$  м/с.

Считаем

$$a = \frac{0 \text{ м/с} - 8 \text{ м/с}}{10 \text{ с} - 8 \text{ с}} = -4 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $-4 \text{ м/с}^2$ .

2. Так как чемодан тянут равномерно, то согласно I закону Ньютона  $\sum_i \vec{F}_i = 0$ . Сделаем поясняющий рисунок 454, расставив силы, действующие на чемодан:

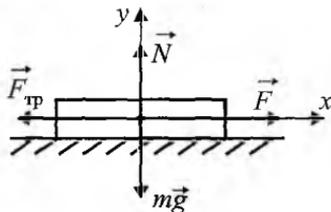


Рис. 454

Выбрав систему координат, запишем I закон Ньютона в проекциях на оси координат:

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = 0,$$

$$Oy: N - mg = 0.$$

Тогда  $N = mg$  и  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$ , откуда

$$F = F_{\text{тр}} = \mu mg.$$

Считаем

$$F = 0,25 \cdot 8 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ Н}.$$

Ответ: 20 Н.

3. В начальный момент времени санки обладают только потенциальной энергией. Согласно закону сохранения энергии, некоторая часть потенци-

альной энергии превращается в кинетическую энергию, а остальная часть затрачивается на преодоление сил сопротивления.

Тогда  $E_{\text{п}} = E_{\text{к}} + E_{\text{тр}}$ , откуда  $E_{\text{к}} = E_{\text{п}} - E_{\text{тр}}$ .

Потенциальная энергия материальной точки, находящейся на высоте  $h$  в поле силы тяжести Земли,

$$E_{\text{п}} = mgh.$$

Поэтому

$$E_{\text{к}} = mgh - E_{\text{тр}}.$$

Считаем

$$E_{\text{к}} = 6 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ м} - 3 \text{ Дж} = 117 \text{ Дж}.$$

Ответ: 117 Дж.

4. Циклическая частота колебаний математического маятника

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Тогда  $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{g}{l_2}} : \sqrt{\frac{g}{l_1}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$ , откуда  $\sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right) = 9$ .

Ответ: 9.

5. Так как координата зависит от времени по периодическому закону, то движение тела — периодическое. В точке  $B$  тангенс угла наклона касательной равен нулю (касательная параллельна оси абсцисс), следовательно, скорость тела равна нулю. В точке  $A$  смещение тела по модулю максимально. Так как график зависимости координаты от времени представляет собой график гармонической функции, то зависимость проекции ускорения на ось  $Ox$ , являясь второй производной от координаты, представляет собой функцию того же вида, что и смещение, только с противоположным знаком, а значит, ускорение в точке  $A$  максимально, но направлено противоположно смещению.

Максимальное смещение тела со временем не меняется, следовательно, полная механическая энергия в процессе такого движения будет сохраняться.

Периодическое движение происходит под действием периодической силы, так как ускорение, как было указано выше, изменяется по гармоническому закону.

Ответ: 13.

6. Частота собственных колебаний математического маятника

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Так как с увеличением высоты поднятия тела над землёй ускорение свободного падения уменьшается, то частота тоже уменьшается.

Полная энергия при гармонических колебаниях

$$E = E_{kmax} = \frac{mv_{max}^2}{2}$$

не изменилась, значит, и максимальная скорость осталась прежней.

Ответ: 23.

7. Сделаем поясняющий рисунок 455.

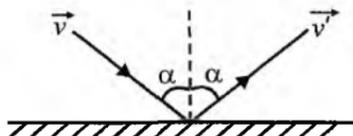


Рис. 455

Так как земля в данной задаче считается неподвижной, то импульс системы «шарик — земля» равен импульсу шарика до удара, т. е.  $mv$ , а кинетическая энергия  $\frac{mv^2}{2}$ .

Ответ: 13.

8. Уравнение Менделеева — Клапейрона для состояния идеального газа

$$pV = \nu RT,$$

откуда

$$p = \frac{\nu RT}{V}.$$

$$\text{Тогда } p_2 = \frac{2\nu_1 R \cdot 3T_1}{V_1} = 6 \cdot \frac{\nu_1 RT_1}{V_1} = 6p_1.$$

Ответ: в 6 раз.

9. Работа внешних сил над газом будет положительна на том участке, на котором газ сжимается, т. е. на котором уменьшается объём газа.

Ответ: на участке 3.

10. Так как плавление происходит при постоянной температуре, то плавлению соответствует горизонтальный участок графика. На этом участке вещество поглощает 300 кДж теплоты. Тогда

$$\lambda = \frac{Q}{m} = \frac{300 \text{ кДж}}{2 \text{ кг}} = 150 \text{ кДж/кг.}$$

Ответ: 150 кДж/кг.

11. Согласно графику, в процессе 1–2 объём газа не изменяется, значит,  $Q = \Delta U$ . Так как давление газа в данном процессе растёт, то и температура растёт ( $p \sim T$  в изохорном процессе), следовательно, изменение внутренней энергии газа  $\Delta U > 0$  и количество теплоты, полученное газом,  $Q > 0$ , то есть газ в данном процессе получает тепло от окружающей среды, а не отдаёт его. Концентрация молекул газа  $n = \frac{N}{V}$  остаётся постоянной, так как при неизменном объёме масса молекул, а значит, и их количество не меняется.

В процессе 2–3 давление газа остаётся неизменным, а объём растёт. Значит, газ совершает положительную работу. Внутренняя энергия газа увеличивается, так как в изобарном процессе  $T \sim V$ .

Ответ: 25.

12. Так как процесс сжатия газа быстрый, то его можно считать адиабатным, а значит, температура газа повышается. Плотность газа с уменьшением объёма также будет повышаться.

Ответ: 11.

13. Сделаем поясняющий рисунок 456.

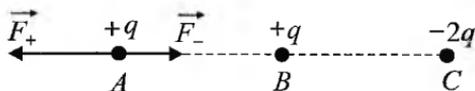


Рис. 456

Согласно закону Кулона,

$$F = k \frac{q^2}{AB^2} \text{ и } F = k \frac{2q^2}{AC^2} = k \frac{2q^2}{(2AB)^2} = k \frac{q^2}{2AB^2}.$$

Так как  $F_+ > F_-$ , то равнодействующая сила сонаправлена с  $F_+$ .

Ответ: влево.

14. Ёмкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}.$$

Тогда

$$C = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_0 2S_1}{d_1} = 2 \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_1}{d_1} = 2C_1.$$

Ответ: в 2 раза.

15. Магнитный поток

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha.$$

$$S = \frac{\Phi}{B \cos \alpha}.$$

Считаем:

$$S = \frac{60 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}}{0,02 \text{ Тл} \cdot 1} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 30 \text{ см}^2.$$

Ответ: 30 см<sup>2</sup>.

16. Напряжённость поля внутри равномерно заряженной по поверхности сферы равна нулю, а потенциал одинаков и равен потенциалу на поверхности сферы. Так как работа по переносу заряда  $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ , то при перемещении заряда внутри сферы работа равна нулю. За пределами сферы потенциал  $\varphi = k \frac{q}{r}$ , следовательно,  $\varphi_d < \varphi_0$ .

Ответ: 34.

17. Так как  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ , то при увеличении кинетической энергии частицы её скорость увеличивается. Период обращения заряженной частицы в магнитном поле

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

и от скорости движения частицы не зависит.

Центростремительное ускорение найдём, используя II закон Ньютона,

$$qvB = ma,$$

откуда

$$a = \frac{qVB}{m}.$$

Следовательно, ускорение увеличится.

Ответ: 31.

18. Согласно закону Ома для полной цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}} + r}.$$

где  $R_{\text{вн}} = \frac{R}{2}$ , так как внешняя цепь представляет собой два параллельно соединённых резистора.

Тогда

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R}{2} + r} = \frac{2\mathcal{E}}{R + 2r},$$

КПД источника тока

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{I^2 R_{\text{RH}}}{I \mathcal{E}} = \frac{I R_{\text{RH}}}{\mathcal{E}},$$

$$\eta = \frac{2\mathcal{E}}{R + 2r} \cdot \frac{R}{2} : \mathcal{E} = \frac{R}{R + 2r}.$$

Ответ: 32.

19. Воспользуемся законом сохранения массового и зарядового чисел:

$$27 + 1 = 4 + A,$$

$$13 + 1 = 2 + Z.$$

Откуда  $A = 24$ ,  $Z = 12$ .

Ответ: 122A.

20. Период полураспада — это время, за которое исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается вдвое. Значит, за первые 8 суток распадётся около 50 % исходного количества ядер. За следующие 8 суток ещё около 25 %, за третьи — 12,5 %. Тогда для распада 87,5 % потребуется около 24 суток.

Ответ: 24 суток.

21. Энергия фотона

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

следовательно, фотон с наименьшей длиной волны будет обладать наибольшей энергией и, наоборот, наибольшая длина волны будет соответствовать наименьшей энергии.

При поглощении атомом фотона он переходит в состояние с большей энергией. Значит, процесс поглощения фотона с наименьшей длиной волны соответствует переходу 4.

При испускании фотона энергия атома уменьшается. Значит, излучение фотона с наибольшей длиной волны соответствует переходу 1.

Ответ: 41.

22. Определим цену деления вольтметра:

$$\frac{100 \text{ В} - 50 \text{ В}}{5 \text{ дел}} = 10 \text{ В/дел}.$$

Показания вольтметра

$$24 \text{ дел} \cdot 10 \text{ В/дел} = 240 \text{ В}.$$

Абсолютная погрешность  $10 \text{ В/дел} \cdot 0,5 \text{ дел} = 5 \text{ В}$ .

Показания вольтметра:  $(240 \pm 5) \text{ В}$ .

Ответ: 2405 В.

23. Давление жидкости на дно сосуда зависит от плотности жидкости и высоты её столба  $p = \rho gh$ . Для исследования зависимости давления от плотности жидкости нужно исключить второй фактор — влияние высоты столба. Следовательно, во всех опытах по исследованию зависимости давления от плотности жидкости высота столба должна быть одинакова.

Ответ: 14.

24. Согласно приведённой таблице, концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере Венеры и Марса существенно выше, чем в атмосфере Земли. Так как температура у поверхности Марса составляет 200–270 К, то свободная вода существует в виде ледников и вечной мерзлоты.

Ответ: 25.

### Часть 2

25. Переведём в единицы измерения СИ.  $T_2 = 300 \text{ К}$ ,  $A = 18 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ ,  $Q'_2 = 45 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ .

КПД идеальной тепловой машины

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%.$$

С другой стороны,

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%,$$

или

$$\eta = \frac{A}{A + Q'_2} \cdot 100\%.$$

Тогда  $1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A}{A + Q'_2}$ , откуда

$$\frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{A}{A + Q'_2}.$$

$$T_1 = \frac{T_2(A + Q'_2)}{Q'_2}.$$

$$T_1 = T_2 \left(1 + \frac{A}{Q'_2}\right).$$

Считаем

$$T_1 = 300 \text{ К} \left(1 + \frac{18 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{45 \cdot 10^3 \text{ Дж}}\right) = 420 \text{ К}.$$

Ответ: 147 °С.

26. Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{N\mathcal{E}}{R_N r}.$$

Тогда  $I(R + Nr) = N\mathcal{E}$ ,  $IR + INr = N\mathcal{E}$ ,  $N(\mathcal{E} - Ir) = IR$ .

$$N = \frac{IR}{\mathcal{E} - Ir}.$$

Считаем

$$N = \frac{2 \text{ А} \cdot 6,5 \text{ Ом}}{1,5 \text{ В} - 2 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ Ом}} = 10.$$

Ответ: 10.

27. Ток через витки катушки 1 течёт против часовой стрелки, значит, по правилу правой руки вектор магнитной индукции будет направлен вверх. При выдвигании катушки 1 из катушки 2 возникнет явление электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца, индукционный ток будет направлен так, чтобы препятствовать изменению магнитного потока, а следовательно, ток в витках катушки 2 тоже будет направлен против часовой стрелки. Поэтому ток через гальванометр будет течь справа налево.

28. Дано:  $F_1 = 4,2 \text{ Н}$ ,  $t = 2 \text{ с}$ ,  $S = 1 \text{ м}$ .

Найти:  $m$ .

Расставим все силы, действующие на груз (см. рис. 457).

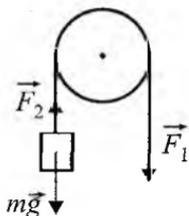


Рис. 457

По I-му закону Ньютона

$$\vec{F}_2 + m\vec{g} = m\vec{a}.$$

В проекции на оси  $Oy$

$$F_2 - mg = ma.$$

Так как блок неподвижен, то  $F_1 = F_2$ .

Путь, пройденный грузом,  $S = \frac{at^2}{2}$ , откуда

$$a = \frac{2S}{t^2}.$$

Тогда  $F_1 - mg = m \frac{2S}{t^2}$ . Следовательно,  $m = \frac{F_1}{g + \frac{2S}{t^2}}$ .

Считаем

$$m = \frac{4,2 \text{ Н}}{10 \text{ м/с}^2 + \frac{2 \cdot 1 \text{ м}}{4 \text{ с}^2}} = 0,4 \text{ кг.}$$

Ответ: 400 г.

29. Дано:  $M = 200 \text{ г}$ ,  $l = 79 \text{ см}$ ,  $m = 9 \text{ г}$ ,  $v = 50 \text{ м/с}$ .

Найти:  $\alpha$ .

Переведём в единицы измерения СИ.

$M = 0,2 \text{ кг}$ ,  $l = 0,79 \text{ м}$ ,  $m = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ .

Сделаем поясняющий рисунок 458.

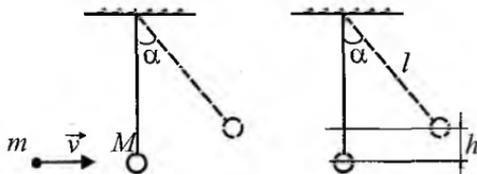


Рис. 458

Согласно закону сохранения импульса,

$$m\vec{v} = (m + M)\vec{u},$$

$$mv = (m + M)u.$$

Откуда

$$u = \frac{mv}{m + M}.$$

Согласно закону сохранения энергии,

$$\frac{(M + m)u^2}{2} = (M + m)gh,$$

или

$$\frac{m^2v^2}{2(m + M)^2} = gh.$$

Так как  $h = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha)$ , то

$$\frac{m^2v^2}{2(m + M)^2} = gl(1 - \cos \alpha).$$

Тогда

$$\cos \alpha = 1 - \frac{m^2v^2}{2(m + M)^2gl}.$$

Считаем

$$\cos \alpha = 1 - \frac{50^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot 9^2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}^2}{2 \cdot 0,209^2 \text{ кг}^2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot 0,79 \text{ м}} = 0,707.$$

$$\alpha = \arccos(0,707) = 45^\circ.$$

Ответ:  $45^\circ$ .

30. Дано:  $p_1 = p_0, V_1 = V_0, p_2 = 2p_0, V_2 = 2V_0, p_3 = p_0, V_3 = 2V_0$ .

Найти:  $\eta$ .

Выясним, в каких процессах система получает тепло, а в каких — отдаёт.

Процесс 1–2: давление увеличивается, объём увеличивается, следовательно, температура тоже увеличивается и  $\Delta U > 0, A > 0, Q > 0$ .

Процесс 2–3: давление уменьшается, объём остаётся постоянным, следовательно, температура уменьшается и  $\Delta U < 0, A = 0, Q < 0$ .

Процесс 3–1: давление остаётся постоянным, объём уменьшается, следовательно, температура уменьшается и  $\Delta U < 0, A < 0, Q < 0$ .

Тогда

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} \cdot 100\%.$$

Работу найдём как площадь, ограниченную кривой цикла:

$$A = \frac{1}{2} V_0 p_0.$$

Из первого начала термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12},$$

$$\text{где } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (4V_0 p_0 - V_0 p_0) = \frac{9}{2} V_0 p_0.$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} V_0 p_0 + V_0 p_0 = \frac{3}{2} V_0 p_0.$$

Тогда

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} V_0 p_0 \cdot 100\%}{\frac{9}{2} V_0 p_0 + \frac{3}{2} V_0 p_0} = \frac{100\%}{12} = 8,3\%.$$

Ответ: 8,3%.

31. Дано:  $R_1 = 5 \text{ см}, q = 8 \text{ нКл}, R_2 = 15 \text{ см}$ .

Найти:  $q_1$ .

После соединения шариков их потенциалы станут одинаковы:

$$k \frac{q_1}{R_1} = k \frac{q_2}{R_2}.$$

Так как  $q_1 + q_2 = q$ , то

$$\frac{q_1}{R_1} = \frac{q - q_1}{R_2},$$

откуда  $q_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{q}{R_2}$ .

$$q_1 = q \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Считаем

$$q_1 = 8 \text{ нКл} \cdot \frac{5 \text{ см}}{20 \text{ см}} = 2 \text{ нКл}.$$

Ответ: 2 нКл.

32. Дано:  $t_2 = 5$  лет,  $t_1 = 2$  года,  $\frac{N_2}{N_1} = 6$ .

Найти:  $\frac{N_0}{N_2}$ .

Применим закон радиоактивного распада:

$$N_1 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_1}{T}},$$

$$N_2 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_2}{T}}.$$

Тогда

$$\frac{N_0}{N_2} = 2^{-\frac{t_2}{T}},$$

где

$$T = t_1 \cdot \frac{\ln 2}{\ln \frac{N_0}{N_1}}.$$

Следовательно,

$$\frac{N_0}{N_2} = 2^{-\frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{\ln \frac{N_0}{N_1}}{\ln 2}}.$$

Считаем

$$\frac{N_2}{N_0} = 2^{\frac{5}{2} \cdot \frac{1.8}{0.69}} = 90.$$

Ответ: в 90 раз.

## Решение варианта № 5

1. Ускорение автомобиля

$$\bar{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

Проекция:

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t},$$

$$a = \frac{20 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{20 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $0,5 \text{ м/с}^2$ .

2. По закону Гука:

$$|F_1| = k|x_1|, \quad |F_2| = k|x_2|$$

$$x_2 = \frac{F_2 x_1}{F_1}.$$

$$x_2 = \frac{3 \text{ Н} \cdot 5 \text{ см}}{2 \text{ Н}} = 7,5 \text{ см}.$$

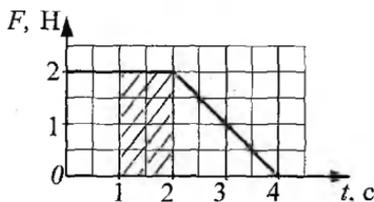
Ответ:  $7,5 \text{ см}$ .3. Модуль изменения импульса тела мысленно равен площади фигуры, ограниченной графиком функции и осью координат  $t$  (см. рис. 459).

Рис. 459

$$\Delta p = F \cdot \Delta t = 2 \text{ Н} \cdot 1 \text{ с} = 2 \text{ Н} \cdot \text{с}.$$

Ответ:  $2 \text{ Н} \cdot \text{с}$ .4. Расставим силы, действующие на балку после того, как  $\frac{1}{4}l$  отрезали (см. рис. 460).

Запишем правило моментов:

$$\frac{3}{4}mg \cdot \frac{1}{8}l = \frac{1}{4}l \cdot F.$$

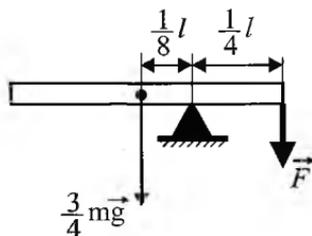


Рис. 460

$$F = \frac{3}{8}mg, \quad F = 30 \text{ Н.}$$

Ответ: 30 Н.

5. 1) Ускорение — быстрота изменения скорости. Быстрее всего скорость изменяется у тела № 2. Следовательно, это утверждение верно.

2) В начальный момент времени скорость тела № 1  $v_{01} = 3 \text{ м/с}$ , а  $v_{02} = 0 \text{ м/с}$ . Утверждение неверно.

3) Скорость тела № 1 не меняется. Следовательно, тело № 1 движется равномерно. Утверждение верно.

4) Наибольшее расстояние прошло тело № 3. Расстояние — площадь фигуры, ограниченной графиком и осью  $t$ . Утверждение 4 неверно.

5) Ускорение тела № 3 найдём из графика

$$a_3 = \frac{v_3 - v_{03}}{t} = \frac{5 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

Утверждение 5 неверно.

Ответ: 13.

6. Высота звука зависит от частоты, а громкость звука — от амплитуды колебаний. Так как высота понизилась, то частота уменьшилась. Амплитуда колебаний не изменилась, так как не изменилась громкость звука.

Ответ: 23.

7. Модуль импульса  $p = mv = m\sqrt{2gh}$ .

$$\text{Кинетическая энергия шайбы } E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot 2gh}{2} = mgh.$$

Ответ: 23.

8. Запишем уравнение Менделеева — Клайперона для первого баллона:

$$p_1 V_1 = \nu RT.$$

Для второго случая:

$$p_2(V_1 + V_2) = \nu RT,$$

$$p_1 V_1 = p_2(V_1 + V_2),$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2},$$

$$p_2 = \frac{100 \text{ кПа} \cdot 5 \text{ л}}{5 \text{ л} + 15 \text{ л}} = 25 \text{ кПа}.$$

Ответ: 25 кПа.

9. I начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U,$$

$$A = p\Delta V; \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}p\Delta V = \frac{3}{2}A.$$

$$Q = \frac{5}{2}A = \frac{5}{2} \cdot 400 \text{ Дж} = 1000 \text{ Дж} = 1 \text{ кДж}.$$

Ответ: 1 кДж.

10. Относительная влажность

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100 \%,$$

$$\varphi = \frac{p}{1,25p} \cdot 100 \% = \frac{1}{1,25} \cdot 100 \% = 80 \%.$$

Ответ: 80 %.

11. 1) На участке 2–3 температура увеличивается, давление остаётся постоянным, следовательно, объём увеличивается.  $A_{23} > 0$ . Утверждение верно.

2) На участке 4–1 давление постоянное, температура уменьшается, следовательно,  $A < 0$ . Утверждение неверно.

3) На участке 1–2 и давление, и температура увеличивались, следовательно, газ получал тепло. Утверждение неверно.

4) На участке 3–4 и давление, и температура уменьшились, следовательно, газ отдавал тепло. Утверждение верно.

5) На участке 4–3 и 3–4 модуль работы одинаков. Утверждение неверно.

Ответ: 14.

12. Внутренняя энергия

$$U = \frac{3}{2}\nu RT.$$

При переходе из 1 в 2 внутренняя энергия уменьшается, следовательно, уменьшается и температура. Так как и температура, и объём уменьшаются одинаково, давление остаётся постоянным ( $pV = \nu RT$ ).

Ответ: 32.

13. Используя правило левой руки и учитывая, что у электрона заряд отрицательный, определим, что сила Лоренца направлена вверх.

Ответ: вверх.

14. Разность потенциалов:

$$U_1 = E \cdot d_1, \quad U_2 = E \cdot d_2.$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{d_1}{d_2}.$$

Следовательно,

$$U_2 = \frac{U_1 d_2}{d_1} = \frac{10 \cdot 2L}{L} = 20 \text{ В}.$$

Ответ: 20 В.

15. Магнитный поток  $\Phi = B \cdot S$ .

$$\Phi = 50 \text{ мТл} \cdot 0,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 0,3 \text{ мВб}.$$

Ответ: 0,3 мВб.

16. 1) Максимальный заряд конденсатора  $q_m = U_m \cdot C$ .

Период колебаний  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ , следовательно, ёмкость конденсатора

$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = \frac{100 \cdot 10^{-12} \text{ с}^2}{4 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}} = 6,25 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}.$$

$$q_m = 12 \text{ В} \cdot 6,25 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 7,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

Утверждение верно.

2) Период  $T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ . Уравнение напряжения имеет вид  $U = 12 \cos 10^{-5}t$ . Утверждение неверно.

3) Амплитудное значение напряжения на конденсаторе  $U_m = 12 \text{ В}$ . Утверждение верно.

$$4) \text{ Ёмкость конденсатора } C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = 6,25 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 625 \text{ пФ}.$$

Утверждение неверно.

5) Частота изменения напряжения  $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5 \text{ Гц}$ . Утверждение неверно.

Ответ: 13.

17. Используя законы отражения и преломления, сделаем рисунок 461.

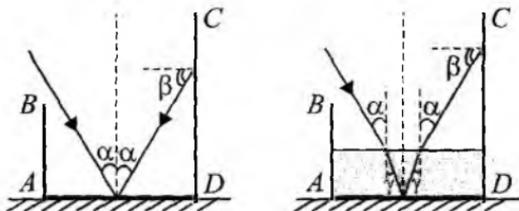


Рис. 461

Угол  $\beta = 90^\circ - \alpha$  — в обоих случаях одинаков. Угол  $\gamma$  меньше угла  $\alpha$ .  
 Ответ: 32.

18. А) Энергия магнитного поля  $W = \frac{LI^2}{2}$ .

Б) ЭДС индукции в движущихся проводниках  $\mathcal{E} = BvL \sin \alpha$ .  
 Ответ: 24.

19.  ${}_{82}^{209}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{83}^{209}\text{X}$ .

Число нейтронов  $A - Z = 209 - 83 = 126$ .  
 Ответ: 126.

20. Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

где  $N$  — число нераспавшихся ядер.

$$N = N_0 2^{-\frac{1.5}{2.5}} = N_0 2^{-\frac{1}{2}}.$$

$$N = \frac{N_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{2}}.$$

$$\Delta m = m_0 - m = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} m_0 = \frac{0.4}{1.4} \cdot 200 \text{ г} = 59 \text{ г}.$$

Ответ: 59 г.

21. Поглощение света происходит при переходе с более низкого уровня на более высокий и наоборот.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

Поглощение света наибольшей длины волны на участке 1, излучение света наибольшей длины волны на участке 4.

Ответ: 14.

22. По рисунку 81 (см. рис. 81) определяем цену деления: 0,2 В. Показание вольтметра  $2,8 \pm 0,1$  В.

Ответ:  $2,8 \pm 0,1$  В.

23. Чтобы определить зависимость ёмкости от свойств диэлектрика, надо изменить диэлектрик, а размеры конденсатора не менять.

Ответ: 13.

24. Тёмные области на Солнце, температура которых понижена примерно на 1500 К по сравнению с окружающими участками фотосферы, наблюдаются на диске Солнца (с помощью оптических приборов, а в случае крупных пятен — и невооружённым глазом) в виде тёмных пятен. Солнечные пятна являются областями выхода в фотосферу сильных (до нескольких тысяч гаусс) магнитных полей. Потемнение фотосферы в пятнах обусловлено подавлением магнитным полем конвективных движений вещества и, как следствие, снижением потока переноса тепловой энергии в этих областях. Количество пятен на Солнце (и связанное с ним число Вольфа) — один из главных показателей солнечной магнитной активности.

На более холодных звёздах (класса К и холоднее) наблюдаются пятна намного большей площади, чем на Солнце.

Пятна на Солнце — далеко не устойчивые образования. Они возникают, развиваются и исчезают, а взамен исчезнувших появляются новые.

Ответ: 23.

## Часть 2

25. Изменившиеся объём, температура и давление  $V_2 = 0,9V_1$ ,  $T_2 = T_1 + 16$ ,  $p_2 = 1,2p_1$ .

Уравнение Менделеева — Клайперона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2},$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{1,2p_1 \cdot 0,9V_1}{T_1 + 16},$$

$$T_1 + 16 = 1,2 \cdot 0,9T_1,$$

$$T_1 = \frac{16}{0,08} = 200 \text{ К.}$$

Ответ: 200 К.

26. Сделаем рисунок 462.

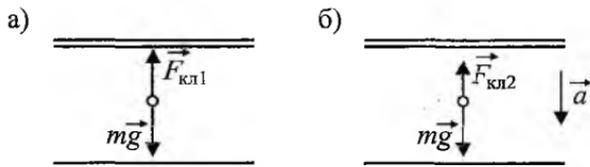


Рис. 462

Для первого случая (см. рис. 462а)

$$mg = F_{\text{кл}1},$$

$$F_{\text{кл}1} = qE_1 = q \frac{U_1}{d} \Rightarrow \frac{q}{d} = \frac{mg}{U_1}.$$

Для второго случая (см. рис. 462б)

$$mg - F_{\text{кл}2} = ma;$$

$$mg - q \frac{U_2}{d} \\ a = \frac{\quad}{m}.$$

Пройденное пылинкой расстояние  $S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}.$$

Следовательно,

$$a = \frac{mg - \frac{mqU_2}{U_1}}{m} = g \cdot \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right).$$

Отсюда время падения пылинки на конденсатор

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right)}}.$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \left(1 - \frac{240 \text{ В}}{300 \text{ В}}\right)}} = 0,9 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 90 \text{ мс}.$$

Ответ: 90 мс.

27. 1) Масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

2) Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

3) При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

28. Дано:  $m_1 = 2$  кг,  $a = 0,2$  м/с<sup>2</sup>.

Найти:  $F_1$ .

По второму закону Ньютона, равнодействующая сил на брусок  $m_1$  равна

$$F_1 = m_1 a.$$

$$\text{Ускорение } a = \frac{F - F_{\text{тр.}}}{m_1 + m_2}.$$

Здесь сила трения  $F_{\text{тр.}} = \mu g(m_1 + m_2) = 10$  Н.

$$a = \frac{20 \text{ Н} - 10 \text{ Н}}{5 \text{ кг}} = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

Равнодействующая сил  $F_1 = m_1 \cdot a = 2 \text{ кг} \cdot 0,2 \text{ м/с}^2 = 0,4$  Н.

Ответ: 0,4 Н.

29. Дано:  $M = 70$  кг,  $m = 7$  кг,  $h = 1,8$  м,  $S = 3$  м.

Найти:  $A$ .

Работа, которую совершил человек, идёт на изменение кинетической энергии камня и человека.

$$A = \frac{M v_{\text{к}}^2}{2} + \frac{m v_{\text{к}}^2}{2}.$$

Так как камень брошен горизонтально,

$$v_{\text{к}} = \frac{S}{t}, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

$$v_{\text{к}} = S \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}.$$

По закону сохранения импульса

$$0 = M v_2 - m v_{\text{к}},$$

$$v_2 = \frac{m v_{\text{к}}}{M}.$$

$$A = \frac{1}{2} \left( M \cdot \frac{m^1 v_{\text{к}}^2}{M^2} + m v_{\text{к}}^2 \right) = \frac{m v_{\text{к}}^2}{2} \left( \frac{m}{M} + 1 \right) = \frac{m S^2 g}{4h} \left( \frac{m}{M} + 1 \right).$$

$$A = \frac{7 \text{ кг} \cdot 3^2 \text{ м}^2 \cdot 10 \text{ Н/кг}}{4 \cdot 1,8 \text{ м}} \cdot 1,1 = 96,25 \text{ Дж}.$$

Ответ: 96,25 Дж.

30. Дано:  $h = 400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м}$ ,  $l_2 = 3l_1$ ,  $T = \text{const}$ ,  $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$ .

Найти:  $p_2$ .

Сделаем рисунок 463.

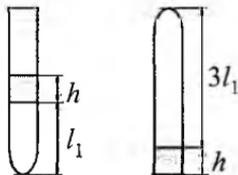


Рис. 463

Так как  $T = \text{const}$ ,  $p_1 V_1 = p_2 V_2$ .

Объём воздуха в первом и во втором случаях

$$V_1 = S \cdot l_1, \quad V_2 = S \cdot 3l_1.$$

Давление в первом и во втором случаях

$$\begin{aligned} p_1 &= p_a + \rho gh, & p_2 &= p_a - \rho gh. \\ (p_a + \rho gh) \cdot Sl_1 &= (p_a - \rho gh) \cdot 3Sl_1, \\ p_a + \rho gh &= p_a - \rho gh, \\ p_a &= 2\rho gh, \end{aligned}$$

$$p_a = 2 \cdot 13600 \text{ кг/м}^3 \cdot 10\text{Н/кг} \cdot 0,4 \text{ м} = 108,8 \text{ кПа}.$$

Ответ: 108,8 кПа.

31. Дано:  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ ,  $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ,  $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ ,  
 $R = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ,  $x = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ .

Найти:  $v$ .

Сделаем чертёж (см. рис. 464).

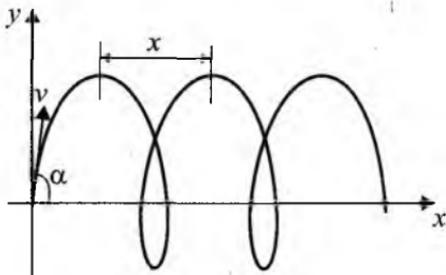


Рис. 464

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2},$$

$$x = v_x \cdot T, \quad v_x = \frac{x}{T}.$$

Вдоль вертикальной плоскости электрон движется по окружности:

$$F_{\text{л}} = ma_{\text{ц.}}$$

$$Bv_y q = m \frac{v_y^2}{R}$$

$$v_y = \frac{BqR}{m}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi m}{Bq}$$

$$v = \sqrt{\left(\frac{x \cdot Bq}{2\pi m}\right)^2 + \left(\frac{BqR}{m}\right)^2} = \frac{Bq}{m} \sqrt{\frac{x^2}{4\pi^2} + R^2}$$

$$v = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-4}}{40} + 4 \cdot 10^{-4}} = 7,6 \cdot 10^6 \text{ (м/с)}$$

Ответ:  $7,6 \cdot 10^6$  м/с.

32. Дано:  $p_{\text{ф}} = p_{\text{H}_2}$ ,  $T = 300$  К.

Найти  $m_{\text{ф}}$ .

Импульс фотона

$$p_{\text{ф}} = m_{\text{ф}} \cdot c$$

Импульс молекулы водорода

$$p_{\text{H}_2} = m_{\text{H}_2} \cdot \bar{v} = m_{\text{H}_2} \cdot \sqrt{\frac{3kT}{m_{\text{H}_2}}} = \sqrt{3kT m_{\text{H}_2}}$$

Масса молекулы водорода  $m_{\text{H}_2} = \frac{M}{N_A}$ .

Масса фотона  $m_{\text{ф}} = \sqrt{3kT \cdot \frac{M}{N_A}} \cdot c$ .

$$m_{\text{ф}} = \sqrt{31,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot \frac{2 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2,2 \cdot 10^{-32} \text{ кг}$$

Ответ:  $2,2 \cdot 10^{-32}$  кг.

## Решение варианта № 10

1. Линейную скорость точки, движущейся по окружности радиусов  $R$ , можно найти по формуле:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

где  $T$  — период обращения точки. Применим это формулу для двух точек:

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1}; \quad v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}.$$

Отсюда можно найти  $\frac{v_1}{v_2}$ :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot R_2}.$$

Учитывая, что  $T_2 = 2T_1$  и  $R_1 = 2R_2$ , получим

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2R_2 \cdot 2T_1}{T_1 \cdot R_2} = 4.$$

Ответ: 4.

2. Если подвесить к пружине тело массой  $m$ , то на пружину будет действовать сила  $F = mg$ . Эта сила будет равна силе упругости:

$$mg = kx,$$

где  $x$  — величина деформации.

Для  $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$   $F_{\text{упр}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ (Н)}$ . По графику найдём величину деформации, соответствующую этой силе:  $x = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$ . Учитывая, что длина нерастянутой пружины равна 30 см, найдём длину растянутой пружины:

$$l = 30 + 10 = 40 \text{ (см)}.$$

Ответ: 40 см.

3. Изобразим систему шаров до взаимодействия и после взаимодействия:

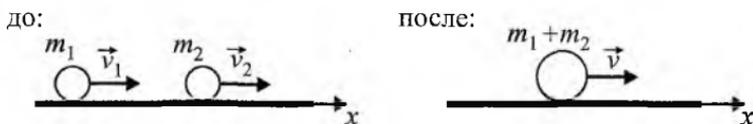


Рис. 465

Применим закон сохранения импульса в проекции на ось  $Ox$ :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v.$$

Проведём алгебраические преобразования:

$$m_1 v_1 - m_1 v = m_2 v - m_2 v_2, \quad m_1 (v_1 - v) = m_2 (v - v_2),$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1 - v}{v - v_2} = \frac{10 - 6}{6 - 4} = \frac{4}{2} = 2.$$

Ответ: 2.

4. Минимальное расстояние между двумя точками шнура, одновременно проходящими положения равновесия и двигающимися в одном направлении, равно длине волны  $\lambda$ .

Длина волны связана с частотой  $\nu$  и скоростью волны  $v$  соотношением

$$v = \lambda \cdot \nu.$$

Отсюда

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ (м)} = 80 \text{ см.}$$

Ответ: 80 см.

5. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) На участке от 4 м до 8 м действующая на тело сила была постоянна и отлична от нуля. Под действием этой силы тело перемещалось, то есть по формуле работы  $A = F \cdot S$ . Работа силы не равна нулю. Первое утверждение ложно.

2) По зависимости силы от координаты мы не можем ничего сказать о характере движения тела, то есть не можем утверждать, что тело стало замедляться. Второе утверждение ложно.

3) Работа силы равна изменению кинетической энергии тела. Так как после прохождения точки с координатой  $x = 4$  м сила продолжала действовать, то кинетическая энергия тела продолжала расти. Значит, кинетическая энергия не была максимальной в точке  $x = 4$  м. Утверждение ложно.

4) При прохождении телом точки  $x = 12$  м сила меняет знак, т. е. после этой координаты работа силы будет отрицательна и кинетическая энергия тела будет уменьшаться. Таким образом, максимальная кинетическая энергия будет у тела в тот момент, когда оно проходит точку  $x = 12$  м. Утверждение верно.

5) Работа силы численно равна площади под графиком  $F(x)$ . На пути 12 м эта площадь равна:  $A = \frac{4+12}{2} \cdot 8 = 64$  (Дж). Утверждение верно.

Ответ: 45

6. Из условия плавания тел следует:

$$F_{\text{тяж.}} = F_{\text{арх.}}, \text{ или } F_{\text{тяж.}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр.}}$$

Так как масса корабля не меняется, то не меняется и сила Архимеда. В реке вода пресная, в море солёная, потому  $\rho_1 < \rho_2$ . Отсюда следует:

$$V_{\text{погр. 1}} > V_{\text{погр. 2}}.$$

Ответ: 23.

7. Случай А) соответствует проекции скорости тела на ось  $Oy$ , так как в начальный момент  $v_y = 0$  и далее меняется периодически по закону синуса.

Случай Б) соответствует потенциальной энергии пружины, так как энергия всегда положительна (график в верхней полуплоскости) и в начальный момент максимальна.

Ответ: 13.

8. Применим уравнение Менделеева — Клайперона к двум состояниям газа:

$$\begin{cases} p_0 V_0 = 1 \cdot RT_0 \\ p_0 V = 2R \cdot 2T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = 4.$$

Ответ: 4.

9. Применим первый закон термодинамики к процессу  $A - B - C$ :

$$Q = U_C - U_A + A_{A-B-C},$$

где  $A_{A-B-C}$  — работа на участке  $A - B - C$ , равная площади под графиком  $p(V)$ .

$$A_{A-B-C} = p_B \cdot (V_C - V_B) = 2 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 200 \text{ (Дж)}.$$

Внутренняя энергия

$$U_C = \frac{3}{2} \nu RT_C = \frac{3}{2} p_C V_C,$$

$$U_A = \frac{3}{2} \nu RT_A = \frac{3}{2} p_A V_A.$$

Тогда

$$\begin{aligned} U_C - U_A &= \frac{3}{2} (p_C V_C - p_A V_A) = \\ &= \frac{3}{2} (2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3}) = 450 \text{ (Дж)}. \end{aligned}$$

Окончательно  $Q = 450 + 200 = 650$  (Дж).

Ответ: 650.

10. По условию  $\varphi = 40\%$ , т. е.  $\frac{\rho_1}{\rho_{\text{нас.}}} = 0,4$ , где  $\rho_1$  — плотность пара,  $\rho_{\text{нас.}}$  — плотность насыщенного пара.

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1},$$

где  $m$  — масса пара в начальный момент,  $V_1$  — начальный объём пара.

По условию  $\frac{V_1}{V_2} = 4$ . Если бы пар не конденсировался, то его плотность должна была бы стать:

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m \cdot 4}{V_1} = 4\rho_1.$$

Тогда относительная влажность стала

$$\varphi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_{\text{нас}}} = \frac{4\rho_1}{\rho_{\text{нас}}} = 4 \cdot 0,4 = 1,6 = 160\%,$$

что невозможно: плотность пара не может быть выше  $\rho_{\text{нас}}$ , то есть  $\varphi$  не может быть выше 100%. Следовательно, в процессе сжатия пар стал насыщенным, а далее его плотность не менялась и  $\varphi = 100\%$ .

*Ответ:* 100%.

11. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) Согласно объединённому газовому закону  $\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_4 V_4}{T_4}$ . Если бы  $T_2 = T_4$ , то  $p_2 V_2 = p_4 V_4$ , но это не так, согласно графику. Первое утверждение неверное.

2) Применим I закон термодинамики к рассматриваемым участкам.

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2}, \quad Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3}.$$

1 – 2:  $p = \text{const}$ , объём растёт, следовательно, температура растёт и  $\Delta U_{1-2} > 0$ . Объём растёт, следовательно,  $A_{1-2} > 0$ . Отсюда  $Q_{1-2} > 0$  — газ получает тепло.

2 – 3:  $V = \text{const}$ , давление уменьшается, следовательно, температура уменьшается и  $\Delta U_{2-3} < 0$ .  $V = \text{const}$ , следовательно,  $A_{2-3} = 0$ . Отсюда  $Q_{2-3} < 0$  — газ отдаёт тепло. Второе утверждение неверное.

3) На участке 4 – 1:  $V = \text{const}$ , давление растёт, следовательно, температура растёт и  $\Delta U_{4-1} > 0$ .  $V = \text{const}$ , следовательно,  $A_{4-1} = 0$ . Отсюда  $Q_{4-1} > 0$  — газ получает тепло.

Как показано выше,  $Q_{1-2} > 0$ . Третье утверждение верное.

4)  $\Delta U_{2-3} < 0$  — как было показано выше. Утверждение верное.

5)  $\Delta U_{4-1} > 0$  — как было показано выше. Утверждение неверное.

*Ответ:* 34.

12. А) На участке  $CD$  температура вещества росла. Вещество находилось в жидком состоянии. Участок  $CD$  соответствует процессу нагревания жидкости.

Б) На участке  $GH$  температура не менялась, вещество переходило из газообразного в жидкое состояние. Это конденсация пара.

*Ответ:* 23.

13. Ускорение электрона сонаправлено с действующей на него силой

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}, \quad \vec{F} = q\vec{E},$$

так как  $q < 0$ , то  $\vec{F} \updownarrow \vec{E}$ , то есть направлена по стрелке 3.

*Ответ:* 3.

14. Так как вольтметры идеальные, у них одинаковое сопротивление  $R$ . Тогда эта цепь эквивалентна.

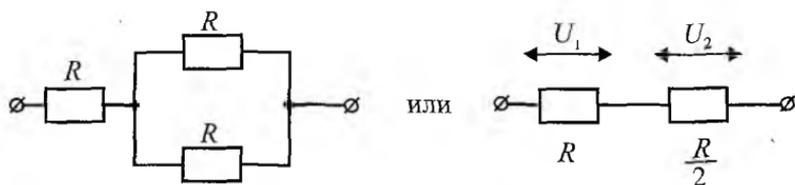


Рис. 466

Тогда

$$U = U_1 + U_2 = IR + I\frac{R}{2} = V_1 + \frac{1}{2}V_1 = \frac{3}{2}V_1,$$

$$V_1 = \frac{2}{3}U = \frac{1}{2} \cdot 3 = 2 \text{ (В)},$$

$$U_2 = \frac{1}{3}U = 1 \text{ В.}$$

Ответ: 1 В.

15. Согласно формуле Томпсона,

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{L_1 C} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} \end{cases}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{20}{5} = 4 \Rightarrow \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = 4;$$

$$L_2 = L_1 \cdot 16 = 40 \cdot 16 = 640 \text{ (мГн)}.$$

Ответ: 640 (мГн).

16. Максимум интерференции наблюдается, если волны приходят в эту точку в фазе или разность хода волн равна чётному числу полувольт. Минимум интерференции наблюдается, если волны приходят в противофазе или разность хода волн равна нечётному числу полувольт.

$$\frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{2,25}{0,25} = 3; \quad \Delta d = 3\lambda = 6 \cdot \frac{\lambda}{2}.$$

Этим утверждениям соответствуют ответы 1 и 5.

Ответ: 15.

17. При добавлении еще одного резистора параллельно общее сопротивление цепи уменьшится. Действительно:

$$R_{\text{общ1}} = \frac{R}{2}, \quad R_{\text{общ2}} = \frac{R}{3}, \quad \Rightarrow R_{\text{общ1}} > R_{\text{общ2}}.$$

Сила тока в цепи:

$$I_1 = \frac{E}{R_{\text{общ1}} + r} = \frac{E}{\frac{R}{2} + r}, \quad I_2 = \frac{E}{R_{\text{общ2}} + r} = \frac{E}{\frac{R}{3} + r} \Rightarrow I_2 > I_1.$$

Тогда

$$U_1 = E - I_1 r \text{ и } U_2 = E - I_2 r \Rightarrow U_2 < U_1.$$

Ответ: 22.

18. Раз изображение увеличенное и перевёрнутое, то оно действительное.

Тогда формулу линзы можно записать в виде

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd}.$$

$f = \frac{Fd}{d - F}$  — расстояние от изображения до линзы.

Расстояние от изображения до предмета:

$$d + f = d + \frac{Fd}{d - F} = \frac{d^2}{d - F} \text{ (ответ 4)}.$$

Увеличение линзы

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F} \text{ (ответ 3)}.$$

Ответ: 43.

19. По закону сохранения зарядового числа

$$13 + 2 = 1 + Z, \quad Z = 14.$$

По закону сохранения массового числа

$$27 + 4 = 1 + A, \quad A = 30.$$

Ответ: 1430.

20. Атом излучает фотон при переходе с верхнего уровня на нижний. Чтобы энергия фотона была минимальной, нужно, чтобы переход произошёл на ближайший уровень снизу. Тогда энергия фотона

$$E = -2,6 - (-3,4) = 0,8 \text{ эВ}.$$

Ответ: 0,8 эВ.

21. Частоты света связаны соотношением  $\nu_{\text{жёлт.}} < \nu_{\text{син.}}$ . Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта,

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_3.$$

$A_{\text{вых}}$  не зависит от частоты падающего света, а определяется только материалом катода. Если  $\nu_{\text{жёлт.}} < \nu_{\text{син.}}$ , то  $U_{3, \text{жёлт.}} < U_{3, \text{син.}}$ .

Ответ: 13.

22. Определим показание амперметра:  $I_1 = 4$  А. При уменьшении сопротивления участка цепи в 8 раз сила тока увеличится в 8 раз ( $I = \frac{U}{R}$ ), станет равной 32 А. Погрешность измерения равна половине цены деления, то есть 1 А. Значение силы тока с погрешностью можно записать так:  $(32 \pm 1)$  А. В бланк ответа запишем только цифры, не разделяя их пробелом или другими знаками.

Ответ: 321.

23. Для измерения силы тока, текущего через  $R_1$ , амперметр нужно подключить последовательно с  $R_1$ . Этому соответствует рисунок 2.

Ответ: 2.

24. 1) К красным сверхгигантам относят звёзды с низкой температурой (3000–5000 К) и большим радиусом (200–1500 радиусов Солнца). Бетельгейзе попадает в эту категорию. Утверждение 1 верно.

2) Температура на поверхности Прозиона (6600 К) больше, чем на поверхности Солнца (6000 К). Утверждение 2 неверно.

3) Звёзды одного созвездия находятся на небольших угловых расстояниях друг от друга. Расстояния звёзд до Земли не влияют на разбиение их по созвездиям. Утверждение 3 неверно.

4) Рассмотрим фрагмент классификации звёзд по спектральным классам:

Спектральный класс	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)
В	10000–30000	18	7
А	7500–10000	3,1	2,1
F	6000–7500	1,7	1,3

Учитывая массу, радиус и температуру, заключаем, что Вега попадёт в спектральный класс А. Утверждение 4 верно.

5) Температуры поверхностей Веги и Капеллы сильно различаются, они относятся к различным спектральным классам. Утверждение 5 неверно.

Ответ: 14.

25. Изобразим 2 состояния газа (см. рис. 467).

Поршень находится в равновесии, поэтому сумма сил, действующих на него, равна нулю:

$$p_0 S + mg = pS.$$

Так как во втором состоянии давление  $p_0$  и масса  $m$  не изменились, то и давление газа тоже постоянно, т. е. процесс изобарный,

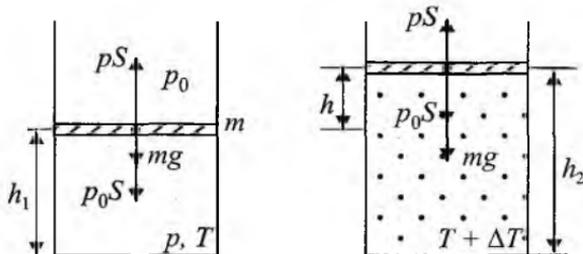


Рис. 467

$$p = p_0 + \frac{mg}{S}. \quad (1)$$

$$\frac{V_1}{T} = \frac{V_2}{T + \Delta T}; \quad \frac{h_1 S}{T} = \frac{h_2 S}{T + \Delta T} \Rightarrow T(h_2 - h_1) = \Delta T \cdot h_1, \quad h_2 - h_1 = h.$$

$$h = h_1 \cdot \frac{\Delta T}{T}. \quad (2)$$

Запишем для 1-го состояния уравнение Менделеева — Клайперона:

$$p \cdot h_1 S = \nu RT. \quad (3)$$

Подставим в (2)  $p$  из (1) и  $h_1$  из (3):

$$h = \frac{\nu RT}{S} \cdot \frac{\Delta T}{T} \cdot \frac{1}{p_0 + \frac{mg}{S}} = \frac{\nu R \Delta T}{p_0 S + mg}.$$

$$h = \frac{0,09 \cdot 8,31 \cdot 16}{250 + 50} = 0,04 \text{ (м)} = 4 \text{ см.}$$

Ответ: 4 см.

26. Максимальное значение силы тока  $I_1$  связано с максимальным зарядом  $q_m$  соотношением

$$I_m = q_m \omega = q_m \cdot \frac{2\pi}{T}.$$

Из таблицы находим:  $q_m = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл,  $T = 8 \cdot 10^{-6}$  с.

Тогда

$$I_m = 2 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{8 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ (А)} = 1,6 \text{ (мА)}.$$

Ответ: 1,6 мА.

27. При разомкнутом ключе ток в цепи не течёт. Поэтому показания амперметра равны нулю, а вольтметра равны ЭДС батареи  $\mathcal{E}$ . Когда ключ замыкают, цепь становится замкнутой, ток течёт, амперметр показывает силу тока. Показания вольтметра  $U = \mathcal{E} - Ir$ .

Следовательно, показания амперметра увеличатся (станут неравными нулю), а вольтметра — уменьшатся.

28. Дано:  $L = 1$  м,  $l = 0,25$  м,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $m = 2$  кг.

Найти:  $N_2$ .

Сделаем рисунок 468.

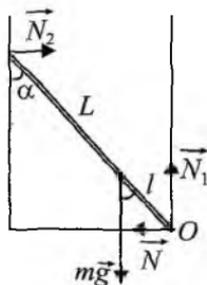


Рис. 468

Из условия равновесия стержня

$$N_2 = N, \quad N_1 = mg.$$

Уравнение моментов относительно точки  $O$ :

$$mgl \sin \alpha = N_2 L \cos \alpha.$$

$$N_2 = mg \frac{l \sin \alpha}{L \cos \alpha} = 20 \cdot \frac{0,25}{1} = 5 \text{ (Н)}, \quad N = 5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 5 Н.

29. Дано:  $m = 100$  г = 0,1 кг,  $h = R/2$ .

Найти:  $N$ .

Изобразим силы, действующие на грузик в точке  $B$ . Ось  $Ox$  направим к центру окружности (см. рис. 469).

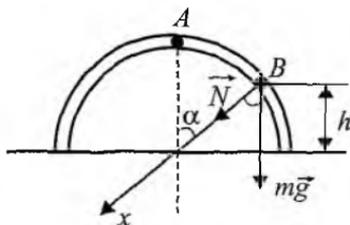


Рис. 469

Запишем II закон Ньютона в проекции на ось  $Ox$ :

$$ma_{ц} = N + mg \cos \alpha,$$

где  $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$  — центростремительное ускорение.

$$N = m \frac{v^2}{R} - mg \cos \alpha. \quad (1)$$

Из закона сохранения энергии для точек А и В:

$$mgR = mg \frac{R}{2} + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = gR. \quad (2)$$

Подставим (2) в (1):

$$N = mg(1 - \cos \alpha),$$

где  $\cos \alpha = \frac{\frac{R}{2}}{R} = \frac{1}{2}$ .

То есть

$$N = \frac{1}{2} mg = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10 = 0,5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 0,5 Н.

**30.** Дано:  $p_1 = 120 \cdot 10^3$  Па,  $p_2 = 300 \cdot 10^3$  Па,  $\varphi_1 = 0,7\%$ ,  $n = 3$ .

Найти:  $p_{н}$ .

Представим влажный воздух как смесь сухого воздуха с давлением  $p_c$  и паров воды с давлением  $p_{пар}$  таким, что

$$\frac{p_{пар}}{p_{нас}} = \varphi.$$

Тогда в начальном состоянии  $p_1 = p_{пар} + p_{c1}$ .

$$p_1 = \varphi \cdot p_{нас} + p_{c1}. \quad (1)$$

Когда объём уменьшается в 3 раза изотермически, то для сухого воздуха справедливо

$$p_{c1} V_1 = p_{c2} V_2; \quad \frac{p_{c2}}{p_{c1}} = \frac{V_1}{V_2} = 3, \quad p_{c2} = 3p_{c1}.$$

Пары воды при уменьшении объёма сосуда в 3 раза становятся насыщенными, т. е.  $p_{пара2} = p_{нас}$ .

Тогда во втором состоянии

$$p_2 = p_{нас} + 3p_{c1}. \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) образуют систему, решая которую, получим:

$$p_{н} = \frac{3p_1 - p_2}{3\varphi_1 - 1} = \frac{360 - 300}{2,1 - 1} = 54,6 \text{ (кПа)}.$$

Ответ: 54,6 кПа.

31. Дано:  $B = 2$  Тл,  $l = 0,5$  м,  $m = 0,2$  кг,  $R = 5$  Ом.

Найти:  $v$ .

При движении проводника (см. рис. 470) в магнитном поле со скоростью  $v$  на концах проводника возникает ЭДС индукции.

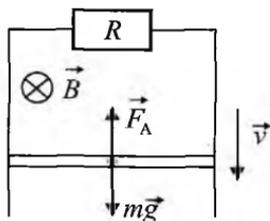


Рис. 470

$$\mathcal{E}_i = Blv,$$

по замкнутому контуру течёт ток  $I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$ .

На проводник действует сила Ампера:

$$F_A = BI_i l = \frac{B^2 l^2 v}{R}.$$

В установившемся режиме  $F_A = mg$ ,

$$\frac{B^2 l^2 v}{R} = mg;$$

$$v = \frac{mgR}{B^2 l^2} = \frac{0,2 \cdot 10 \cdot 5}{4 \cdot 0,25} = 10 \text{ м/с.}$$

Ответ: 10 м/с.

32. Дано:  $E_1 = -13,6$  эВ,  $\lambda = 80$  нм.

Найти:  $v$ .

В результате поглощения фотона из атома вылетает электрон. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта,

$$\frac{hc}{\lambda} = -E_1 + \frac{mv^2}{2}.$$

Отсюда находим  $v$ :

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot \left( \frac{hc}{\lambda} + E_1 \right)} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left( \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{80 \cdot 10^{-9}} + (-13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) \right)} =$$

$$= \sqrt{\frac{(25 \cdot 10^{-19} - 22 \cdot 10^{-19}) \cdot 2}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 0,811 \cdot 10^6 \text{ (м/с)} = 811 \text{ км/с.}$$

Ответ: 811 км/с.

## Решение варианта № 15

1. Из графика в момент  $t = 5$  с тело движется равномерно с ускорением

$$a = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$v = v_0 + at, v_0 = 0; a = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2},$$

$$v = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ с} = 7,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

Ответ:  $7,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

2. Тело движется равнозамедленно, тогда

$$-2aS = v^2 - v_0^2 \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{2S},$$

$$a = \frac{100 \text{ М/с}^2}{50 \text{ М}} = 2 \text{ М/с}^2.$$

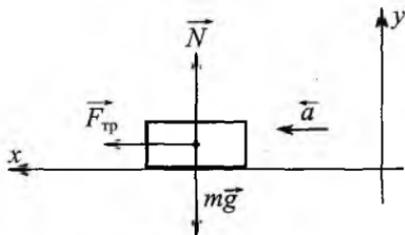


Рис. 471

По 2-му закону Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g}.$$

Спроектируем на оси координат:

$$\begin{cases} ma = F_{\text{тр}} \\ 0 = N - mg \end{cases} \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N \Rightarrow \begin{cases} ma = \mu N \\ N = mg \end{cases} \Rightarrow ma = \mu mg,$$

$$a = \mu g \Rightarrow \mu = \frac{a}{g},$$

$$\mu = \frac{2 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 0,2.$$

Ответ: 0,2.

3. Воспользуемся законом сохранения импульса:

$$mv_1 = (m_1 + m_2)v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,01 \text{ кг} \cdot 550 \text{ м/с}}{1 \text{ кг}} = 5,5 \text{ м/с}.$$

Расставим силы (см. рис. 472) и воспользуемся 2-м законом Ньютона.

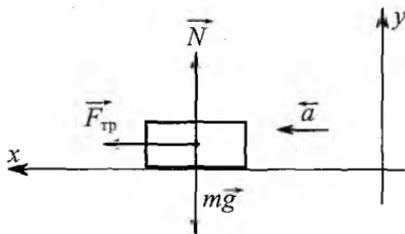


Рис. 472

$$(m_1 + m_2)\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + (m_1 + m_2)\vec{g}.$$

Спроектируем на оси координат:

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)a = \mu N \\ N = (m_1 + m_2)g \end{cases} \Rightarrow a = \mu g = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

По закону равнозамедленного движения

$$-2aS = v^2 - v_2^2 \Rightarrow S = \frac{v_2^2}{2a}.$$

$$S = \frac{(5,5 \text{ м/с})^2}{1 \text{ м/с}^2} = 30,25 \text{ м} \approx 30 \text{ м}.$$

Ответ: 30 м.

4. Период колебаний пружинного маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

частота

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

В первом случае пружины соединены последовательно:

$$k_I = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} = \frac{20\,000}{300} \approx 67 \text{ (Н/м)}.$$

Во втором случае пружины соединены параллельно:

$$k_{II} = k_1 + k_2 = 300 \text{ (Н/м)}.$$

$$\begin{cases} \frac{1}{\nu_1} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_I}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{II}}} \end{cases} \Rightarrow T_2 \cdot \nu_1 = \sqrt{\frac{k_I}{k_{II}}}$$

$$T_2 = \frac{1}{0,5 \text{ Гц}} \sqrt{\frac{67 \text{ Н/м}}{300 \text{ Н/м}}} \approx 0,95 \text{ с.}$$

Ответ: 0,95 с.

5. При максимальном отклонении скорость тела = 0.

В момент прохождения положения равновесия скорость тела максимальна, а ускорение равно 0.

Верные ответы стоят под номерами 1 и 5.

Ответ: 15.

6. Сделаем рисунок 473.

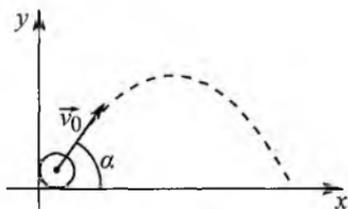


Рис. 473

Максимальная высота подъёма  $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ , если  $v_0$  увеличивается, и, учитывая, что  $\sin 60^\circ > \sin 30^\circ$ , максимальная высота увеличивается.

Скорость тела:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_0$ . Так как  $v_0$  увеличивается (по условию), то и скорость  $v$  увеличивается.

Ответ: 11.

7. А)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  — период колебаний пружинного маятника.

$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$  — частота колебаний.

Б) Максимальная скорость колебаний  $v_{max} = A \cdot \omega$ ,

$$\omega = \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ — циклическая частота колебаний.}$$

$$v_{max} = A \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Ответ: 23.

8. Сделаем рисунок 474.

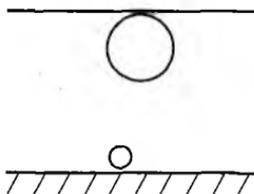


Рис. 474

На дне давление воздуха в воздушном пузыре равно

$$p_1 = p_a + \rho gh,$$

где  $p_a = 10^5$  Па — атмосферное давление,  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup> — плотность воды,  $h$  — глубина воздуха.

У поверхности воды  $p_2 = p_a$ .

Так как  $\nu = \text{const}$ , процесс будет изотермическим.

$$(p_a + \rho gh)V_1 = p_a V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_a + \rho gh}{p_a},$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{10^5 + 10^5}{10^5} = 2.$$

Ответ: 2.

9. Для идеального одноатомного газа

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1),$$

где  $p$  и  $V$  найдём из графика.

$$\Delta U = \frac{3}{2}(100 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} - 400 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-3}) = -2850 \text{ (Дж).}$$

Ответ: -2850 Дж.

10. Точка пересечения строчек (показания сухого термометра) и столбца (разность показаний термометров) определяет относительную влажность воздуха  $\varphi = 61\%$ .

Ответ: 61%.

11. 1)  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$  — изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа. Ответ не верен.

2)  $\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0$  — верный ответ.

3) При уменьшении температуры объём газа уменьшается. Ответ не верен.

4) Работа газа на участке 1–2 положительна. Верный ответ.

5) Работа газа на замкнутом участке 1–2–3–4–1 не равна нулю.

Ответ не верен.

Ответ: 24.

12. 1) Концентрация газа  $n = \frac{N}{V}$  будет уменьшаться.

2) Так как  $p = const$ , а  $n$  уменьшается, то температура газа будет увеличиваться:

$$p = nkT \Rightarrow T = \frac{p}{nk}.$$

Следовательно, средняя энергия частицы  $E = \frac{3}{2} kT$  будет увеличиваться.

Ответ: 21.

13. На проводник с током действует сила Ампера. Используя правило левой руки, определяем направление этой силы.

Ответ: вправо.

14. В первом случае сила Кулона равна:

$$F_1 = k \frac{q \cdot 5q}{r_1^2}.$$

После соединения шариков каждый из них будет обладать зарядом:

$$q' = \frac{q + 5q}{2} = 3q.$$

Тогда сила Кулона станет равной

$$F_2 = k \frac{(3q)^2}{(0,5r_1)^2} = k \frac{9q^2}{0,25r_1^2}, \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{9}{0,25 \cdot 5} = 7,2.$$

Ответ: 7,2.

15. В соответствии с условием задачи угол между нормалью к плоскости рамки и вектором индукции магнитного поля до разворота рамки был  $\alpha_1 = 60^\circ$ , после разворота  $\alpha_2 = 0$ .

ЭДС индукции  $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{t} = \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{t}$ ; заряд  $q = I \cdot t = \frac{\mathcal{E}}{R} t$  (с учётом

того, что сила тока  $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$  — закон Ома для полной цепи)

$$q = \frac{|BS \cos 60 - BS \cos 0|}{R} \Rightarrow R = \frac{BS |\cos 60 - 1|}{q},$$

$$R = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,03(1 - \cos 60)}{3 \cdot 10^{-3}} = 25 \text{ мОм.}$$

*Ответ:* 25 мОм.

16. При перемещении реостата сопротивление цепи уменьшается и, в соответствии с законом Ома для полной цепи, сила тока увеличивается

$I = \frac{E}{(R+r)}$ , тогда по закону электромагнитной индукции  $E = -L \frac{\Delta I}{t}$ ,

при этом ЭДС создаёт ток, магнитное поле которого стремится скомпенсировать изменение тока.

Если сила тока не меняется, в соответствии с правилом буравчика направление магнитного поля направлено от нас (в точке А).

Правильные ответы стоят под номерами 3 и 5.

*Ответ:* 35.

17. Ёмкость плоского воздушного конденсатора

$$C_I = \frac{\epsilon_0 S}{d},$$

Сделаем рисунок 475.

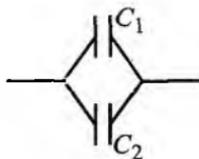


Рис. 475

Когда была внесена пластинка, получилась система двух параллельных конденсаторов:

$$C_I = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d \cdot 2}; \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d \cdot 2}.$$

$C_{II} = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d} (1 + \epsilon)$ , так как  $\epsilon > 1$ , то ёмкость в результате увеличивается:  $C_{II} > C_I$ .

Заряд конденсатора  $q = CU$ , если  $U = \text{const}$ , то  $q$  конденсатора увеличится.

Ответ: 11.

18. Сделаем рисунок 476.

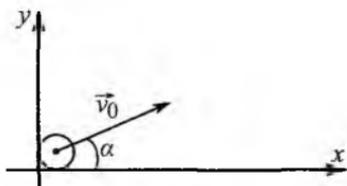


Рис. 476

$$\begin{cases} v_x = v \cos \alpha \\ v_y = v \sin \alpha \end{cases} \text{ — проекции скорости на оси координат.}$$

По 2-му закону Ньютона:

$$m \frac{v_y^2}{R} = qBv_y \Rightarrow R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}.$$

Тогда период колебаний

$$T = \frac{2\pi R}{v \sin \alpha} = \frac{2\pi m v \sin \alpha}{v \sin \alpha qB}; \quad T = \frac{2\pi m}{qB}.$$

Это ответ № 3.

Шаг спирали равен:  $l = v_x \cdot T$ ,

$$l = \frac{2\pi m}{qB} \cdot v \cos \alpha.$$

Это ответ № 1.

Ответ: 31.

19. Количество протонов равно зарядовому числу (38).

Количество нейтронов равно разнице между массовым числом и зарядовым числом.

$$N_p = 38; \quad N_n = 90 - 38 = 52.$$

В ответ впишем только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Ответ: 3852.

20. Энергия фотона равна

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E}.$$

Максимальной длине волны соответствует фотон, имеющий минимальную энергию фотона.

Ответ: 1.

21. Сделаем поясняющий рисунок 477.



Рис. 477

Ответ: 13.

22. Цена деления шкалы равна  $C = \frac{50 - 0}{10} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{дел.}$

Погрешность измерения (прямого)  $\Delta X = \frac{C}{2} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C.}$

Тогда результат измерения равен  $(20,5 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C.}$

В ответ впишем только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Ответ: 20,50,5.

23. Нужно взять тела, имеющие одинаковую массу, но изготовленные из разных веществ. На рисунке 210 (см. с. 217) они стоят под номерами 1 и 4.

Ответ: 14.

24. Из таблицы следует правильность утверждения №1.

Среднюю скорость найдём по закону кинематики:

$$v = \frac{2\pi R}{T},$$

где  $R$  — радиус орбиты,  $T$  — период вращения.

$$v_{\text{Титан}} = \frac{2\pi \cdot 1222}{16} = 76,4\pi.$$

$$v_{\text{Рея}} = \frac{2\pi \cdot 527}{4,5} = 117,1\pi.$$

$$v_{\text{Титан}} < v_{\text{Рея}}.$$

Ответ: 13.

25. Из условия задачи следует, что растает  $\Delta m = m_1 - m'_1 = 0,2$  кг льда. При этом стальной брусок остынет от  $t_2$  до  $0^\circ\text{C}$ .

$$Q_{\text{лёд}} = \lambda \Delta m; \quad Q_{\text{ст}} = C_{\text{ст}} m_2 \Delta T.$$

В соответствии с уравнением теплового баланса

$$Q_{\text{лёд}} = Q_{\text{ст}}.$$

$$\lambda \Delta m = C_{\text{ст}} m_2 (T - 273).$$

$$3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,2 = 500 \cdot 2(T - 273) \Rightarrow T = 339 \text{ К} = 66^\circ\text{C}.$$

Ответ:  $66^\circ\text{C}$ .

26. Энергия, излучённая лампочкой,  $E = P \cdot t$

Эта энергия равна энергии всех излучённых фотонов:  $E = N \cdot h\nu$ .

$$P \cdot t = Nh\nu \Rightarrow \nu = \frac{Pt}{N \cdot h}.$$

$$\nu = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} \cdot 2 \text{ с}}{1,5 \cdot 10^{16} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$$

Ответ:  $4 \cdot 10^{14}$  Гц.

27. В начале температура воздуха в комнате уменьшится, так как часть теплоты заберёт холодный воздух.

После установления теплового равновесия температура воздуха в комнате начинает расти, так как холодильник обладает КПД и часть энергии передаётся окружающему воздуху.

28. Дано:  $m = 10$  кг,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\mu = 0,15$ ,  $v = 10$  м/с.

Найти:  $S$ .

По закону равноускоренного движения

$$2aS = v^2 - v_0^2 \Rightarrow S = \frac{v^2}{2a}.$$

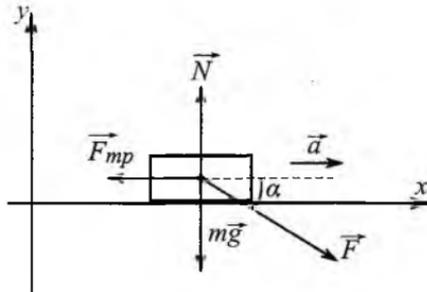


Рис. 478

Запишем 2-й закон Ньютона:  $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$ .

Спроецируем на оси координат:

$$\begin{cases} ma = F \cos \alpha - \mu N, \\ 0 = -F \sin \alpha + N - mg, \\ ma = F \cos \alpha - \mu(mg + F \sin \alpha), \end{cases}$$

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m} - \frac{\mu}{m}(mg + F \sin \alpha) = 2,5 \text{ м/с}^2,$$

$$S = \frac{v^2}{2a} = 20 \text{ м.}$$

Ответ: 20 м.

29. Дано:  $\Delta p = 66 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v = 11 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Найти:  $m$ .

Сделаем поясняющий рисунок 479.

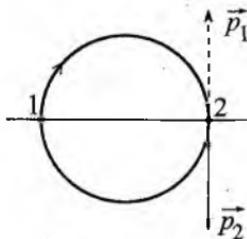


Рис. 479

Изменение импульса

$$\Delta p = p_2 - (-p_1) = 2p$$

$$\Delta p = 2mv$$

$$m = \frac{\Delta p}{2v} = \frac{66 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{22 \text{ м/с}} = 3 \text{ кг.}$$

Ответ: 3 кг.

30. Дано:  $\Delta h = 76 \text{ мм}$ ,  $\varphi_1 = 0,8$ ,  $p_a = 760 \text{ мм рт. ст.}$

Найти:  $\varphi_2$ .

Сделаем поясняющий рисунок 480.

При изотермическом расширении газа

$$p_1 = p_a = 760 \text{ мм рт. ст.}, \quad p_2 + 76 \text{ мм рт. ст.} = p_a.$$

$$p_2 = (760 - 76) \text{ мм рт. ст.}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2, \quad 760 \cdot V_1 = 684 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 1,1 V_1$$

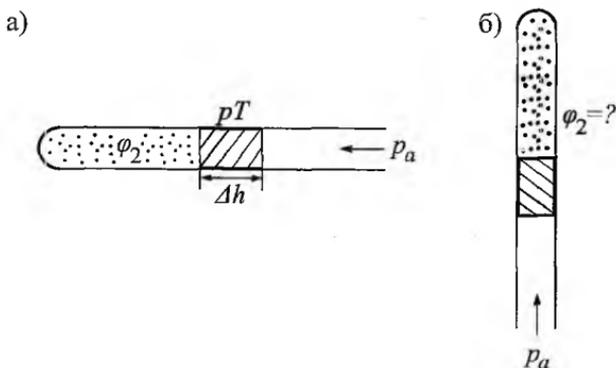


Рис. 480

$$\begin{cases} \varphi_1 = \frac{m}{V_1 \rho_H} \\ \varphi_2 = \frac{m}{V_2 \rho_H} \end{cases} \quad \begin{cases} 0,8 = \frac{m}{V_1 \rho_H} \\ \varphi_2 = \frac{m}{1,1 V_1 \rho_H} \end{cases}$$

$$\frac{0,8}{\varphi_2} = \frac{m \cdot 1,1 V_1}{V_1 \rho_H m} \rho_H.$$

$$\frac{0,8}{\varphi_2} = 0,9 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{0,8}{1,1} = 0,89.$$

Ответ:  $\varphi_2 \approx 72\%$ .

31. Дано:  $m = 0,1 \text{ г} = 10^{-4} \text{ кг}$ ,  $q = 160 \text{ нКл} = 160 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ,  
 $l = 36 \text{ см} = 0,36 \text{ м}$ ,  $E = 25 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} = 25 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ .

Найти:  $T$ .

Сила тяжести  $F_T = mg = 10^{-3} \text{ Н}$ .

Сила Кулона  $F_K = qE = 160 \cdot 10^{-9} \cdot 25 \cdot 10^3 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ .

$F_K > F_T \Rightarrow$  нить натянута вертикально вверх (см. рис. 481).

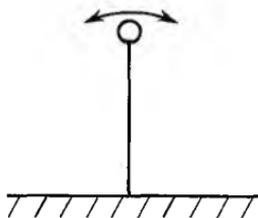


Рис. 481

$$ma = F_k - F_T \Rightarrow$$

$a = \frac{qE}{m} - g$  — ускорение свободного шарика в электрическом поле.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{qE - mg}},$$

$$T = 6,28\sqrt{\frac{10^{-4} \cdot 0,36}{3 \cdot 10^{-3}}} \approx 0,7 \text{ с.}$$

Ответ:  $T \approx 0,7 \text{ с.}$

32. Дано:  $h = 0,3 \text{ м}$ ,  $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ ,  $q_2 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $l_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  
 $W_{\text{кин}} = 220 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ .

Найти:  $m$ .

Сделаем поясняющий рисунок 482.

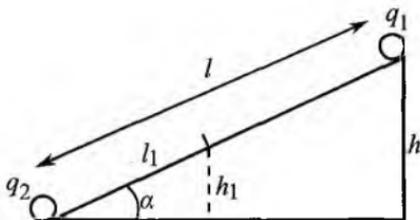


Рис. 482

$$l = \frac{h}{\sin 30^\circ} = 0,6 \text{ м},$$

$$h_1 = l_1 \cdot \sin 30^\circ = 0,1 \text{ м}.$$

$W_{\text{нач}} = mgh + k\frac{q_1q_2}{l}$  — начальная энергия тела.

$W_{\text{кон}} = mgh_1 + k\frac{q_1q_2}{l_1} + W_{\text{кин}}$  — конечная энергия тела по закону сохранения энергии.

$$mg(h - h_1) = kq_1q_2\left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l}\right) + W_{\text{кин}}.$$

$$m = \frac{kq_1q_2}{g(h - h_1)}\left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l}\right) + \frac{W_{\text{кин}}}{g(h - h_1)} \approx 0,17 \text{ кг.}$$

Ответ: 0,17 кг.

## Решение варианта № 21

1. Перемещение — вектор, соединяющий начальную и конечную точку движения.

На участке времени 0–3 с тело двигалось равноускоренно, его перемещение равно  $S_1 = \frac{3 \cdot 6}{2} = 9$  м (это площадь под графиком скорости).

На участке времени 3–6 с тело двигалось равнозамедленно, но в том же направлении. Перемещение  $S_2 = \frac{3 \cdot 6}{2} = 9$  м. На участке 6–8 с тело изменило направление движения.

Перемещение  $S_3 = -\frac{2 \cdot 4}{2} = -4$  м. Итоговое перемещение

$$S = 9 + 9 - 4 = 14 \text{ м.}$$

Ответ: 14 м.

2. Запишем II закон Ньютона для движения спутника массой  $M$  вокруг планеты  $A$  под действием силы тяжести:

$$G = \frac{M_A \cdot M}{R^2} = \frac{Mv^2}{R}. \quad (1)$$

Для движения этого же спутника вокруг планеты  $B$ .

$$G = \frac{M_B \cdot M}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{M(2v)^2}{R}. \quad (2)$$

После сокращения имеем:

$$G \frac{M_A}{R} = v^2.$$

$$G \frac{M_B \cdot 2}{R} = 4v^2.$$

$$\frac{M_A}{M_B} = 0,5.$$

Ответ: 0,5.

3. После падения на абсолютно упругую поверхность изменение импульса равно по модулю:  $\Delta p = 2mv$ .

Найдём скорость шарика перед ударом о поверхность по закону сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}.$$

Отсюда имеем:  $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{400} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ . Тогда

$$\Delta p = 2 \cdot 1 \cdot 20 = 40 \frac{\text{КМ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

Ответ:  $40 \frac{\text{КМ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .

4. Сила давления жидкости на дно

$$F_1 = \rho gh \cdot \pi R^2.$$

Сила давления жидкости на стенку

$$F_2 = \frac{\rho gh}{2} \cdot 2\pi R \cdot h, \quad f_1 = F_2.$$

Отсюда получаем:  $h = R$ .

Ответ:  $R$ .

5. Рассмотрим возможные ответы.

На всём интервале времени движение равнопеременное. На интервале времени 6 с – 7 с скорость растёт равномерно по модулю.

Верные утверждения стоят под номерами 1 и 4.

Ответ: 14.

6. Движущей силой для автомобиля является только сила трения покоя колёс о дорожное покрытие. Значит, для увеличения скорости автомобиля (увеличения силы тяги его двигателя) необходимо увеличение силы трения покоя. Вес не изменится.

Ответ: 13.

7. По закону сохранения импульса после удара он останется таким же, как и до удара.

Суммарный импульс  $p = mv - mv = 0$ , следовательно, таким же будет суммарный импульс до удара.

Ответ: 22.

8. Энергия молекулы

$$E = \frac{3}{2}kT, \quad \text{или} \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{2}{3}kT.$$

Поскольку температура газов одинакова, то можно записать:

$$\frac{m_{N_e} v_{N_e}^2}{2} = \frac{m_{H_e} v_{H_e}^2}{2},$$

отсюда следует:  $\frac{v_{He}}{v_{Ne}} = \sqrt{\frac{m_{Ne}}{m_{He}}} = \sqrt{\frac{20}{4}} \approx 2,2.$

Ответ: 2,2.

9. Первый закон термодинамики имеет вид

$$Q = \frac{3}{2}\nu R \cdot \Delta T + A.$$

Подставим числа:

$$Q = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot 8,31 \cdot 230 - 3600 \approx 700 \text{ Дж.}$$

Ответ: 700 Дж.

10. При изобарическом процессе для одноатомного газа справедлива формула:

$$Q = \frac{5}{2}\nu R \cdot \Delta T = \frac{5}{2} \cdot 10 \cdot 8,31 \cdot 10 = 2077,5 \text{ Дж.}$$

Ответ: 2077,5.

11. Угол наклона графика не изменяется, следовательно, теплоемкость тела остается постоянной. При охлаждении 1 кг вещества на 20 К выделится примерно 12 000 Дж. Для нагревания до 363 К необходимо сообщить больше 50 кДж теплоты.

Верные утверждения стоят под номерами 2 и 4.

Ответ: 24.

12. При изобарном процессе объем газа прямо пропорционален температуре. Плотность газа обратно пропорциональна температуре. Следовательно, при нагревании газа его объем увеличится, а плотность уменьшится.

Ответ: 12.

13. Вектор напряженности электрического поля направлен от положительного заряда и к отрицательному заряду. По принципу суперпозиции суммарный вектор направлен вправо.

Ответ: вправо.

14. Запишем формулу для расчёта количества теплоты:

$$Q = IUt.$$

С другой стороны,

$$I = \frac{q}{t}.$$

Тогда  $Q = q \cdot U$ . Отсюда легко получить:

$$U = \frac{Q}{q} = \frac{2700}{300} = 9 \text{ В.}$$

Ответ: 9 В.

15. Магнитный поток

$$\Phi = L \cdot I = 2 \cdot 5 \cdot 4 = 10 \text{ Вб.}$$

Ответ: 10 Вб.

16. На участке  $OA$

$$E_i = \frac{L \cdot \Delta I}{\Delta t} = \frac{10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,4 \text{ мВ.}$$

На участке  $OA$  ЭДС самоиндукции равна 0,4 мВ. На участке  $BC$  ЭДС самоиндукции положительна. Не на всём участке  $OB$  ЭДС самоиндукции возрастает. На участке  $BC$  ЭДС самоиндукции не равна нулю.

Верные ответы стоят под номерами 2 и 3.

Ответ: 23.

17. Частота  $\nu$  не изменяется при переходе из одной среды в другую. Следовательно, и период  $T = \frac{1}{\nu}$  не изменяется.

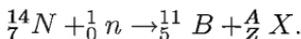
Ответ: 33.

18. Напряжённость поля можно найти по формуле  $E = \frac{F}{q}$ , следовательно,

она измеряется в  $\frac{\text{Н}}{\text{Км}}$  или в  $\frac{\text{В}}{\text{м}}$ . Энергия измеряется в Дж.

Ответ: 42.

19. Запишем это уравнение:



Отсюда следует:  $Z = 2$ ,  $A = 4$ .

Ответ: 24.

20. Удельная энергия связи  $E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{\text{нуклон}}$ .

Отсюда

$$E_{\text{св}} = E_{\text{уд}} \cdot \text{нуклон} = 8,791 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}} \cdot 56 = 492,2 \text{ МэВ.}$$

Переведём в Дж, умножив на  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл:

$$E_{\text{св}} = 7,88 \cdot 10^{-11} \text{ Дж.}$$

Ответ: 7,88.

## 21. Энергия фотона

$$E_{\text{ср}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}.$$

Длина волны  $\lambda = \frac{c}{\nu}$ , следовательно, при уменьшении длины волны света частота увеличивается.

При этом увеличивается энергия фотона, и скорость вылетающих фотоэлектронов возрастает.

Ответ: 11.

22. Цена деления  $\frac{50}{5} = 10 \frac{\text{В}}{\text{дел}}$ . Показания

$$v = (110 \pm 5) \text{ В}.$$

Ответ: 1105.

## 23. При помощи динамометра измеряем силу, с которой брусок тянет вверх:

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

Транспортиром измеряем угол наклона плоскости  $\alpha$ .

Ответ: 23.

## 24. Из таблицы сразу следует ответ — 14.

Ответ: 14.

## 25. Процесс изохорный, следовательно,

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{или} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_1 + \Delta T},$$

отсюда следует:

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\frac{P_2}{P_1} - 1} = \frac{200}{0,4} = 500 \text{ К} = 227^\circ \text{С}.$$

Ответ: 227 °С.

## 26. Сделаем чертёж (см. рис. 483)

Найдём величину  $R_3 = \frac{V}{I}$ .

$$U_0 = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I.$$

Далее  $U_0 = \left( R_1 + R_2 + \frac{V}{I} \right) \cdot I.$

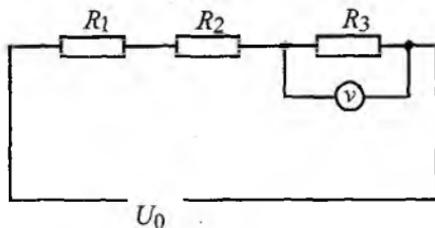


Рис. 483

Окончательно

$$I = \frac{U_0 - V}{R_1 + R_2} = \frac{21}{12} = 1,75 \text{ A.}$$

Ответ:  $I = 1,75 \text{ A.}$

27. Сопротивление каждой лампочки найдём по формуле

$$R = \frac{U^2}{P}.$$

Сопротивление лампочки в 60 Вт меньше, чем сопротивление лампочки в 40 Вт, следовательно, в последовательной цепи она будет гореть менее ярко.

28. Дано:  $h_1 = 2 \text{ м}$ ,  $v = 3,4 \text{ м/с}$ ,  $h_2 = 8 \text{ м}$ .

Найти:

Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис. 484).

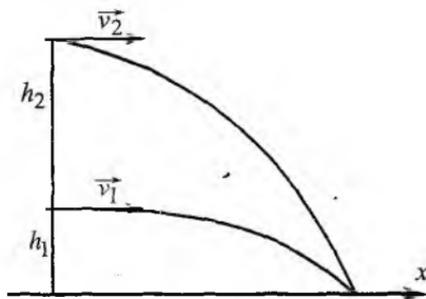


Рис. 484

По оси  $x$  движение равномерное:

$$S = v_1 \cdot t_1 \text{ и } S = v_2 \cdot t_2,$$

отсюда  $v_2 = \frac{v_1 \cdot t_1}{t_2}.$

При свободном падении

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Окончательно получим:

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = 1,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $v_2 = 1,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

29. Дано:  $m = 5 \text{ кг}$ ,  $\rho_{\text{ч}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

Найти:  $V_{\text{пол}}$ .

Запишем условие плавания шара:

$$mg = \rho_{\text{в}} g \cdot V_{\text{пог}}$$

$$\text{Далее } V_{\text{пог}} = \frac{V_0 + V_{\text{пол}}}{2}, \quad V_0 = \frac{m}{\rho_{\text{ч}}},$$

$$V_{\text{пол}} = m \left( \frac{2}{\rho_{\text{в}}} - \frac{1}{\rho_{\text{ч}}} \right) = 9359 \text{ см}^3.$$

Ответ:  $9359 \text{ см}^3$ .

30. Дано:  $V_0 = 6,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ,  $m = 0,2 \text{ кг}$ ,  $t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 $t_3 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_4 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ ,  $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

Найти:  $n$

Уравнение теплового баланса

$$c_{\text{в}}(t_1 - t_3) = n' \rho \cdot V_0 [c_{\text{л}}(t_4 - t_2) + \lambda + c_{\text{в}}(t_3 - t_4)],$$

отсюда находим:  $n' = 7,9$ .

Следовательно, понадобится  $n = 8$  кубиков льда.

Ответ: 8.

31. Заряд на конденсаторе найдём по формуле

$$q_C = C \cdot U.$$

Найдём напряжение  $U$ . Сначала найдём напряжение на  $R$ :

$$U_R = \frac{9U_0}{29}.$$

Тогда напряжение на конденсаторе

$$U_C = \frac{17U_0 \cdot C}{29}.$$

Ответ:  $\frac{17}{29} CU_0$ .

32. Дано:  $P = 0,13$  Вт.

Найти:  $\nu$ .

По определению  $I = \frac{q}{t}$ , за время  $t$  пройдёт заряд  $q = eN_{\Phi} \cdot t$ . Тогда

$$N_{\Phi} = \frac{1}{30} N_{\Phi}.$$

$$I_{\max} = \frac{1}{30} N_{\Phi} \cdot e.$$

$$\text{Мощность } P = \frac{W}{t} = N_{\Phi} \cdot h\nu.$$

$$\text{Отсюда } \nu = \frac{P}{N_{\Phi} \cdot h}.$$

Окончательно

$$\nu = \frac{P \cdot e}{30 I_{\max} \cdot h} = 5,25 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

Ответ:  $\nu = 5,2 \cdot 10^{14}$  Гц.

### Решение варианта № 27

1. Скорость точки на ободе колеса

$$v = \frac{2\pi R}{T},$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ с}} = 6,28 \text{ м/с.}$$

Ответ: 6,28 м/с.

2. На растянутую пружину действует сила упругости  $F = k \cdot x$ . Найдём растяжение пружины в первом случае:

$$x = \frac{F_1}{k_1}.$$

Во втором случае растяжение будет тем же:  $x = \frac{F_2}{k_2}$ .

$$\frac{F_2}{k_2} = \frac{F_1}{k_1}.$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot k_2}{k_1} = \frac{10 \text{ Н} \cdot 600 \text{ Н/кг}}{400 \text{ Н/кг}} = 15 \text{ Н.}$$

Ответ: 15 Н.

3. Общая механическая энергия тела сохраняется. Потенциальная энергия тела в его верхней точке подъёма равна кинетической энергии сразу после броска.

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mv^2}{2} = mgh,$$

$$E_{\text{кин.}} = 1,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м} = 150 \text{ Дж.}$$

Ответ: 150 Дж.

4. Рычаг находится в равновесии, значит, должно выполняться равенство моментов сил, стремящихся повернуть его в противоположных направлениях.

$$m_1 g \cdot 4 = m_2 g \cdot 2,$$

$$m_2 = 2m_1 = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг.}$$

Ответ: 0,8 кг.

5. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) Частота колебаний первого маятника в два раза больше частоты колебаний второго. Утверждение 1 неверно.

2) Из рисунка 337 видно, что амплитуды колебаний различны. Утверждение 2 неверно.

3) В начальный момент времени оба маятника начали совершать колебания из точки  $x = 0$ . Их оттолкнули из положения равновесия (угол отклонения равен нулю) с различными скоростями, и они начали колебаться. Утверждение 3 верно.

4) Период колебаний первого маятника в 2 раза меньше периода колебаний второго маятника. Утверждение 4 верно.

5) Период колебаний математического маятника зависит от его длины ( $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ). Периоды колебаний двух маятников различны, следовательно, различны и их длины. Утверждение 5 неверно.

Ответ: 34.

6. В процессе падения шара его скорость растёт, следовательно, растёт и его кинетическая энергия. Ускорение свободного падения — величина постоянная и по мере движения шара вниз не меняется.

Ответ: 13.

7. В верхней точке моста вектор скорости направлен по направлению движения (3), а центростремительное ускорение — по радиусу к центру окружности, частью которой можно считать выпуклый мост (1).

Ответ: 31.

8. Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа

$$E = \frac{3}{2}kT,$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{T_2}{T_1}.$$

Температуры неона

$$T_1 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ К},$$

$$T_2 = 177^\circ\text{C} + 273 = 450 \text{ К}.$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{450}{300} = 1,5.$$

Ответ: 1,5.

9. На рисунке 339 изображён изотермический процесс ( $p \cdot V = \text{const}$ ). По первому закону термодинамики в этом случае всё количество теплоты, полученное газом, идёт на совершение им работы. Следовательно, газ получил 8 кДж теплоты.

Ответ: 8 кДж.

10. Если объём закрытого сосуда при постоянной температуре уменьшить в 3 раза, то относительная влажность воздуха в 3 раза увеличится и станет равна 45 %.

Ответ: 45 %.

11. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) На участке  $CD$  происходит нагревание пара, следовательно, его внутренняя энергия увеличивается. Утверждение 1 неверно.

2) Участок  $AB$  соответствует процессу нагревания воды от начальной температуры до температуры кипения. Утверждение 2 верно.

3) Точка  $D$  соответствует парообразному состоянию воды. Утверждение 3 верно.

4) На участке  $EF$  происходит конденсация пара, внутренняя энергия системы при этом уменьшается. Утверждение 4 неверно.

5) Точка  $K$  соответствует жидкому состоянию воды. Утверждение 5 неверно.

Ответ: 23.

12. Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя можно найти по формуле

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}},$$

где  $Q_{\text{н}}$  — количество теплоты, полученное от нагревателя,  $Q_{\text{х}}$  — количество теплоты, отданное холодильнику. Если количество теплоты  $Q_{\text{х}}$  увеличилось при неизменном  $Q_{\text{н}}$ , то КПД уменьшится.

Полезная работа равна разнице между полученным и отданным количеством теплоты.

$$A = Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}.$$

Следовательно, если количество теплоты  $Q_{\text{х}}$  увеличилось при неизменном  $Q_{\text{н}}$ , то полезная работа уменьшилась.

*Ответ:* 22.

13. Определим направление вектора магнитной индукции по правилу буравчика: «Если направление поступательного движения буравчика (винта) с правой нарезкой совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции». Ток течёт в направлении «к нам», линии магнитного поля в таком проводнике выглядят как круг. В точке  $A$  (см. рис. 341 на с. 344) вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  будет направлен вправо.

*Ответ:* вправо.

14. Общую электроёмкость двух конденсаторов, соединённых последовательно, можно найти по формуле:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}, \quad C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Заряд, сообщённый конденсаторам,

$$q = C \cdot U.$$

$$q = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \cdot U = \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-9} + 3 \cdot 10^{-9}} = 14,4 \text{ мкКл}.$$

*Ответ:* 14,4 мкКл.

15. Расстояние от зеркала до каждой точки стрелки  $AB$  и расстояние от него до соответствующей этой точке изображения — одинаковые. Правильное расположение стрелки показано на рисунке под номером 1.

*Ответ:* 1.

16. Рассмотрим каждое из утверждений.

1) Сопротивление проводника можно найти по формуле  $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ . При равных значениях  $S$  и  $l$  сопротивление проводника из константана больше, чем у проводника, сделанного из никелина, так как удельное электрическое сопротивление  $\rho$  константана больше. Утверждение 1 неверно.

2) При равных размерах наименьшую массу будет иметь тот провод-

ник, плотность которого меньше. У серебра, из представленных в таблице веществ, самая большая плотность. Утверждение 2 неверно.

3) Константан и никелин имеют одинаковую плотность, следовательно, одинаковые по размеру проводники, изготовленные из этих материалов, будут иметь одинаковые массы. Утверждение 3 верно.

4) Удельное сопротивление меди меньше удельного сопротивления латуни. Следовательно, при замене меди на латунь электрическое сопротивление спирали увеличится. Утверждение 4 верно.

5) Потребляемая мощность  $P = I^2 R = I^2 \frac{\rho l}{S}$ . При последовательном включении ток  $I$  через проводники будет течь одинаковый, длина  $l$  и площадь поперечного сечения  $S$  тоже одинаковые у обоих проводников. Следовательно,

$$\frac{P_{\text{нихрома}}}{P_{\text{константана}}} = \frac{\rho_{\text{нихрома}}}{\rho_{\text{константана}}} = \frac{1}{0,5} = 2.$$

$$P_{\text{нихрома}} = 2P_{\text{константана}}.$$

Утверждение 5 неверно.

Ответ: 34.

17. При удалении предмета от собирающей линзы размер его изображения уменьшается. Оптическая сила линзы — постоянная величина и зависит только от характеристик самой линзы.

Ответ: 23.

18. При разомкнутом ключе общее сопротивление системы  $2R$ . Силу тока, текущего через источник, можно найти по формуле  $\frac{\mathcal{E}}{r + 2R}$ . При замкнутом ключе ток будет течь только через один резистор, поэтому сопротивление цепи станет равным  $R$ , а сила тока, текущего через источник,  $\frac{\mathcal{E}}{r + R}$ .

Ответ: 41.

19. Массовое число  $A$ :

$$14 + 4 = 17 + A \Rightarrow A = 1.$$

Зарядовое число  $Z$ :

$$7 + 2 = 8 + Z \Rightarrow Z = 1.$$

Ответ: 11.

20. Импульс фотона

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

Отсюда  $\frac{p_2}{p_1} = \lambda_1 \lambda_2 = 2 \lambda_2 \lambda_2 = 2$ .

$$p_2 = 2p_1 = 2 \cdot 300 \text{ кг} \cdot \text{м/с} = 600 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

Ответ: 600 кг·м/с.

**21.** Интенсивность света — количество фотонов, прошедших через единицу площади за единицу времени. При её увеличении увеличится и число фотоэлектронов, а следовательно, и сила фототока насыщения. По второму закону фотоэффекта

$$h\nu = A + e \cdot U_3.$$

Частота падающего света  $\nu$  в эксперименте не меняется, работа выхода  $A$  — постоянная величина, следовательно, и запирающее напряжение при увеличении интенсивности не изменится.

Ответ: 31.

**22.** Массу одной монеты можно найти поделив общую массу монет, на их монет. Следовательно, масса одной монеты равна  $\frac{(100 \pm 2) \text{ г}}{20} = 5 \pm 0,1 \text{ г}$ .

Так как основное значение следует записать с той же точностью (до той же цифры), что и погрешность, то барометр показывает  $(5,0 \pm 0,1) \text{ г}$ .

Ответ: 5,00,1.

**23.** Чтобы проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности тела, нужно взять два тела одинакового объёма, но разной плотности, и поместить их в воду. Нужные для эксперимента тела стоят на рисунке под номерами 2 и 3.

Ответ: 23.

**24.** Рассмотрим каждое из утверждений:

1) Если радиус звезды в 100 раз меньше солнечного, а температура её поверхности 9000 К, то по диаграмме Герцшпрунга — Рассела получим, что эта звезда является белым карликом. Утверждение № 1 верное.

2) Звёзды главной последовательности могут иметь температуру как больше, так и меньше температур звёзд-сверхгигантов. Утверждение № 2 неверное.

3) Температура поверхности звёзд спектрального класса А больше температуры звёзд спектрального класса К. Утверждение № 3 неверное.

4) Как следует из диаграммы Герцшпрунга — Рассела, абсолютная звёздная величина белых карликов больше, чем эта же величина у звёзд-гигантов. Утверждение № 4 верное.

5) Если звезда является гигантом и принадлежит спектральному классу К, то её радиус больше солнечного не в 100 раз. Утверждение № 5 неверное.

Ответ: 14.

25. КПД электродвигателя подъёмного крана равен отношению полезной работы  $A_{\text{п}}$  к затраченной  $A_3$ :

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3}.$$

Полезная работа — работа по подъёму груза  $A_{\text{п}} = mgh$ .

Затраченная работа — работа тока  $A_3 = IUt$ .

Следовательно,

$$\eta = \frac{mgh}{IUt}.$$

Отсюда высота подъёма груза

$$h = \frac{IUt\eta}{mg}.$$

$$h = \frac{5 \text{ А} \cdot 400 \text{ В} \cdot 60 \text{ с} \cdot 0,4}{205 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 19,2 \text{ м}.$$

Ответ: 19,2 м.

26. В зависимости от направления движения тока через брусок сила Ампера, действующая на него, будет направлена перпендикулярно линиям магнитной индукции или влево, или вправо. Таким образом, вдоль направления движения на тело действуют сила трения  $F_{\text{тр}}$  и сила Ампера  $F_{\text{А}}$ , направленные в противоположные стороны. Брусок придёт в движение, когда сила Ампера будет превосходить силы трения.

$$F_{\text{тр}} = \mu mg,$$

$$F_{\text{А}} = IBl.$$

Следовательно, условие начала движения

$$\mu mg = IBl.$$

Отсюда длина проводника:

$$\mu = \frac{IBl}{mg},$$

$$\mu = \frac{10 \text{ А} \cdot 0,25 \text{ Тл} \cdot 0,06 \text{ м}}{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,15.$$

Ответ: 0,15.

27. Амперметр  $A_1$  сразу покажет большое значение силы тока, которое не будет меняться. Ток, текущий через амперметр  $A_2$ , будет с течением вре-

мени медленно увеличиваться из-за возникающей в катушке ЭДС самоиндукции, мешающей току. Спустя продолжительное время после замыкания ключа К амперметры  $A_1$  и  $A_2$  покажут одинаковую силу тока.

28. Дано:  $t_1 = 3$  с,  $t_2 = 2$  с,  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Найти:  $S$ .

В процессе падения капля движется с ускорением  $g$ . Путь, который проходит капля, зависит от времени следующим образом:

$$S = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = \frac{gt^2}{2}.$$

Здесь  $v_0 = 0$  — начальная скорость тела,  $t$  — время, прошедшее с начала падения.

Путь капли за третью секунду своего падения равен разнице между положением капли при  $t_1 = 3$  с и  $t_2 = 2$  с.

$$S = \frac{g \cdot t_1^2}{2} - \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} - \frac{10 \cdot 4}{2} = 45 - 20 = 25 \text{ м.}$$

Ответ: 25 м.

29. Дано:  $m_1 = 0,2$  кг,  $m_2 = 0,8$  кг,  $l = 1$  м,  $\alpha = 60^\circ$ .

Найти:  $h_2$ .

Сделаем поясняющий рисунок 485а.

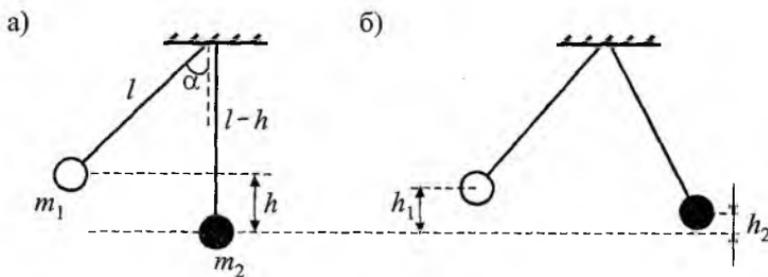


Рис. 485

Шарики ударились упруго, следовательно, после соударения они разлетелись в разные стороны (см. рис. 485б). Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 v = m_2 v_2 - m_1 v_1.$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1 v^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Здесь  $v$  — скорость первого шарика перед ударом,  $v_1$  и  $v_2$  — скорости шариков после удара.

$$\begin{cases} m_1(v^2 - v_1^2) = m_2v_2^2, \\ m_1(v + v_1) = m_2v_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1(v - v_1)(v + v_1) = m_2v_2^2, \\ m_1(v + v_1) = m_2v_2 \end{cases} \\ \Rightarrow v_1 = v - v_2.$$

Отсюда скорость второго шара сразу после удара

$$v_2 = \frac{2m_1v}{m_1 + m_2}.$$

Скорость первого шара в момент удара найдём из закона сохранения его механической энергии:

$$m_1gh = m_1gl(1 - \cos \alpha) = \frac{m_1v^2}{2},$$

$$v = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

Следовательно,

$$v_2 = \frac{2m_1\sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}}{m_1 + m_2}.$$

Запишем закон сохранения энергии для второго шара:

$$m_2gh_2 = \frac{m_2v_2^2}{2} \Rightarrow h_2 = \frac{v_2^2}{2g}.$$

$$h_2 = \frac{4m_1^2 \cdot 2gl(1 - \cos \alpha)}{2g(m_1 + m_2)^2} = \frac{4m_1^2l(1 - \cos \alpha)}{(m_1 + m_2)^2} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}.$$

Ответ: 8 см.

30. Дано:  $V_1 = 6 \cdot 10^{-3}$  м,  $p_1 = 2 \cdot 10^5$  Па,  $T_1 = 100$  К,  $T_2 = 150$  К,  $V_0 = 2 \cdot 10^{-3}$  м,  $p_3 = 1 \cdot 10^5$  Па.

Найти:  $T_3$ .

Так как газ нагревают изобарически ( $p = \text{const}$ ), то  $\frac{V}{T} = \text{const}$ .

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1}.$$

После нагревания к газу подключили дополнительный объём  $V_0$ . Запишем уравнение Менделеева — Клайперона для случаев до и после увеличения объёма сосуда:

$$p_1V_2 = \nu RT_2, \\ p_3(V_2 + V_0) = \nu RT_3.$$

Следовательно, температура газа после увеличения объёма сосуда

$$T_3 = \frac{p_3(V_2 + V_0)}{p_1V_2} \cdot T_2.$$

Подставим в эту формулу полученное раньше выражение для  $V_2$ , получим

$$T_3 = \frac{p_3 \left( V_1 \frac{T_2}{T_1} + V_0 \right)}{p_1 V_1 \frac{T_2}{T_1}} \cdot T_2.$$

$$T_3 = \frac{(V_1 T_2 + V_0 T_1) p_3 T_2}{p_1 V_1 T_2} = \frac{(V_1 T_2 + V_0 T_1) p_3}{p_1 V_1}.$$

$$T_3 = \frac{(6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 150 \text{ К} + 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 100 \text{ К}) 1 \cdot 10^5 \text{ Па}}{2 \cdot 10^5 \text{ Па} 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 91,7 \text{ К}.$$

Ответ: 91,7 К.

31. Дано:  $q = 4 \cdot 10^{-12}$  Кл,  $l = 0,4$  м,  $\alpha = 60^\circ$

Найти:  $m$ .

Изобразим силы, действующие на шарик (см. рис. 486). На каждый из них действуют сила тяжести, сила натяжения нити ( $T$ ) и кулоновская сила  $F$ .

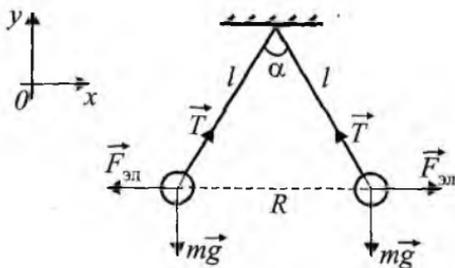


Рис. 486

Рассмотрим правый шарик и запишем действующие на него силы в проекциях на оси  $x$  и  $y$ :

$$\text{на } Ox: T \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = F,$$

$$\text{на } Oy: T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = mg.$$

Поделим первое уравнение на второе:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{F}{mg}.$$

По закону Кулона

$$F = \frac{kq^2}{R^2},$$

где  $R$  — расстояние между зарядами. Из рисунка видно, что  $R = 2l \sin \frac{\alpha}{2}$ .

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{kq^2}{4l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} mg}$$

Выразим отсюда массу одного шарика:

$$m = \frac{kq^2}{4gl^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

$$m = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \cdot 4 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}}{4 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,16 \text{ м}^2 \cdot 0,25 \cdot 0,58} = 39 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 39 \text{ г.}$$

Ответ: 39 г.

32. Дано:  $l = 2,5$  м,  $\Gamma = 4$ .

Найти:  $D$ .

По формуле тонкой линзы

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}, \quad (1)$$

где  $f$  — расстояние от линзы до изображения,  $d$  — расстояние от линзы до предмета.

Увеличение предмета

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

Здесь  $H$  — размеры изображения,  $h$  — размеры предмета.

$$\begin{cases} f + d = l, \\ f = \Gamma \cdot d. \end{cases} \Rightarrow d + \Gamma d = l.$$

$$d = \frac{l}{\Gamma + 1}, \quad f = \frac{\Gamma l}{\Gamma + 1}.$$

Сделаем подстановку в формулу (1):

$$D = \frac{\Gamma + 1}{\Gamma l} + \frac{\Gamma + 1}{l} = \frac{\Gamma + 1 + \Gamma(\Gamma + 1)}{\Gamma \cdot l} = \frac{(\Gamma + 1)^2}{\Gamma l},$$

$$D = \frac{25}{4 \cdot 2,5} = 2,5 \text{ дптр.}$$

Ответ: 2,5 дптр.

Ответы к заданиям части I

№ вар.	Номер задания																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
1	-4	20	117	9	13	23	13	6	3	150	25	11	влево						
2	2	0,3	123	2,25	25	11	23	3	23	825	12	31	вправо						
3	2	5	100	1,25	13	21	31	1,25	3	2	42	11	вверх						
4	56	2	0,125	2,5	23	21	23	287	40	3	43	22	вниз						
5	0,5	7,5	2	30	13	23	23	25	1	80	14	32.	вверх						
6	-1,2	10	8	1	23	33	43	150	125	16	35	22	к наблюдателю						
7	1	12,8	12	2	15	32	13	400	20	3,3	13	23.	к наблюдателю						
8	3	2,5	-1200	40	45	32	14	300	748	296	15	21	вниз						
9	1,5	150	20	6	34	13	12	800	2,4	55	12	12	вверх						
10	4	40	2	80	45	23	13	4	650	100	34	23	3						
11	30	32	-3	1,8	25	21	14	А	5	14	45	23	2						
12	20	3	8	8	14	12	24	327	20	80	45	34	от наблюдателя						
13	40	970	10	20	24	13	24	6	200	61	12	23	вверх						
14	30	10	160	300	45	31	23	1327	0,8	23	24	21	северный						
15	7,5	0,2	30	0,95	15	11	23	2	-2850	61	24	21	вправо						
16	0,83	100	3	400	35	2	41	6	1400	933	25	11	от наблюдателя						
17	4,5	4,6	6,5	1,5	23	31	23	1	1,3	1,2	13	33	вправо						
18	22	20	10	1350	13	12	23	0,73	413	270	35	23	вниз						
19	11	900	2	4	24	23	22	0,058	4514	1,7	15	31	влево						

### Ответы к заданиям части 1 (продолжение)

№ вар.	Номер задания																						
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	2	30	34	31	32	1224	24	41	1905	14	25	2	30	34	31	32	1224	24	41	1905	14	25	
2	3	8	45	22	23	612	25	41	4,60,1	12	134	3	8	45	22	23	612	25	41	4,60,1	12	134	
3	1210	3	24	21	31	2556	5	11	99,10,05	12	13	3	1210	3	24	21	31	2556	5	11	99,10,05	12	13
4	32	4	14	21	12	614	5	13	29,00,5	12	24	4	32	4	14	21	12	614	5	13	29,00,5	12	24
5	20	0,3	13	32	24	126	59	14	2,80,1	13	23	5	20	0,3	13	32	24	126	59	14	2,80,1	13	23
6	0,5	2	12	22	21	86	2	23	141	13	135	6	0,5	2	12	22	21	86	2	23	141	13	135
7	0	90	34	21	34	83	75	34	110,02,5	13	23	7	0	90	34	21	34	83	75	34	110,02,5	13	23
8	4,5	5	14	22	31	20	103	32	42010	64	124	8	4,5	5	14	22	31	20	103	32	42010	64	124
9	5	9	14	12	41	92	8,75	23	382	13	235	9	5	9	14	12	41	92	8,75	23	382	13	235
10	1	640	15	22	43	1430	0,8	13	321	2	14	10	1	640	15	22	43	1430	0,8	13	321	2	14
11	2	2	23	32	42	239	4	33	38010	3	23	11	2	2	23	32	42	239	4	33	38010	3	23
12	2	1,6	13	23	31	37	3,1	34	0,900,05	12	25	12	2	1,6	13	23	31	37	3,1	34	0,900,05	12	25
13	12	1,6	24	11	32	212	30	32	3,00,1	3	13	13	12	1,6	24	11	32	212	30	32	3,00,1	3	13
14	10	53	23	23	32	30	2	24	4,30,1	12	34	14	10	53	23	23	32	30	2	24	4,30,1	12	34
15	7,2	25	35	11	31	3852	1	13	20,02,5	14	135	15	7,2	25	35	11	31	3852	1	13	20,02,5	14	135
16	3,5	3	24	12	41	86222	1	13	4,250,13	15	14	16	3,5	3	24	12	41	86222	1	13	4,250,13	15	14
17	4	10	45	21	12	178	3	23	541	12	23	17	4	10	45	21	12	178	3	23	541	12	23
18	1	1,73	24	32	23	817	8,75	31	141	24	15	18	1	1,73	24	32	23	817	8,75	31	141	24	15
19	3	18,75	31	21	23	01	3	23	7010	13	125	19	3	18,75	31	21	23	01	3	23	7010	13	125

Ответы к заданиям части 1 (продолжение)

№ вар.	Номер задания													13
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
20	72	300	50	5000	45	33	13	13	60	60	45	11	вниз	
21	14	0,5	40	1	14	13	22	2,2	700	2077,5	24	12	вправо	
22	2,75	2	5,88	333	23	33	23	4	0,25	80	14	22	влево	
23	4	2,5	4	1,2	14	32	34	1	40	100	34	31	вправо	
24	8,75	5,2	32	800	35	12	42	500	247,5	750	45	14	вправо	
25	400	38,5	30	10	13	31	23	2	50	702	25	13	вверх	
26	5	2	4,5	2	45	12	24	200	700	250	34	24	от наблюдателя	
27	6,28	15	150	0,8	34	13	31	1,5	8	45	23	22	вправо	
28	10	200	400	25	35	13	14	200	3324	800	12	31	к наблюдателю	
29	1	50	1,6	125	25	32	32	3	3324	60	24	22	влево	
30	-0,75	1	6	3	45	12	21	4,5	7479	70	34	11	к наблюдателю	
31	0	120	15	4,5	24	12	42	6	70	36	24	11	влево	
32	6	5	-5	5	25	11	31	4	30	2	13	32	вниз	
33	555	6	2	4,87	24	21	43	5	45	284,5	35	22	влево	
34	7	8,9	2	7800	24	22	35	5,3	23,4	8	25	32	оттолкнутся	
35	324	1,1	18,75	10	23	23	12	477,8	187	78	14	31	вниз	

Ответы к заданиям части I (окончание)

№ вар.	Номер задания														
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
20	6	1,7	14	13	32	24	3	34	32525	14	135				
21	9	10	23	33	42	24	7,88	11	1105	23	14				
22	3,83	33	34	13	32	01	78	12	222	14	23				
23	2	25	15	13	23	77	50	22	0,650,05	25	234				
24	41,7	30	34	22	31	45	56	22	1,60,2	13	125				
25	4	16	24	11	23	45	2,55	32	1,700,05	13	345				
26	6	62,5	14	21	23	83126	12	12	6,800,05	23	34				
27	14,4	1	34	23	41	11	600	31	5,00,1	23	14				
28	2,4	-12,5	12	23	32	42	3	32	0,200,01	34	235				
29	2	27	25	12	24	14257	1	43	1,200,05	12	25				
30	2	35	34	23	14	20882	1	21	1028,00,5	25	15				
31	2,2	6	15	13	14	22	12,5	14	0,250,01	25	234				
32	50	2	23	23	42	12	0,75	13	22,00,5	23	34				
33	0,43	2	14	21	34	1317	2,6	13	180,5	12	15				
34	1	2,83	25	12	34	22488	3,16	14	3	34	23				
35	1	5,1	24	33	24	56	53	12	2,000,05	13	25				

Отвѣты к заданиям части 2

№	25	26	28	29	30	31	32
1	147	10	400 г	45°	8,3%	2 нКл	в 90 раз
2	18	20	9,5 м/с <sup>2</sup>	100 м/с	13%	5 В, 1 Ом	53°
3	16,7	0,5	120°	0,51 м/с <sup>2</sup>	75%	16 Вт	120 нм
4	100	8,3	2,1 т	15 м	10 кг	0,29	4,4 · 10 <sup>-22</sup> кг · м/с
5	200	90	0,4 Н	96,25 Дж	108,8 кПа	7,6 Мм/с	2,2 · 10 <sup>-32</sup> кг
6	50	3,5	5,625 Н	7 м	57,4%	0,72 м	1 м/с
7	60	1,8	1,5 см	4,3 кДж	7,42 кДж	0,5 нКл	10 см
8	1	3,2	3,75 м/с	5,9 м/с	1,08	1,7 В	1,2 см
9	85	26	37,5 м	34 Дж	8,2 л	21 Ом	7,4 м
10	4	1,6	5 Н	0,5 Н	54,5 кПа	10 м/с	811 км/с
11	59	0,5	2,5 м	1,5 кг	360 К	40 рад/с	4
12	9	6	10 м/с	45 см	6,5 кДж	0,115 Дж	10 см
13	22,5	375	4 м/с <sup>2</sup>	0,24	481 К	19 мкКл	0,83 мс
14	333	1	50 м	7,6 км	700 К	170 м/с	50
15	66	4	20 м	3 кг	72%	0,7 с	0,17 кг
16	100	10	0,3 °С	111 м	0°С	220 В	899,5 км
17	2	552,6	65 см	$\frac{H(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2}$	-19°С	$\frac{8\pi^2 \Delta\varphi \sin^2 \alpha}{l^2 B^2}$	1,5 см
18	100	9	44,1 МДж	2 с	1,76 · 10 <sup>5</sup> Па	1 Ом	3 м
19	90	5000	0,3 с	60 с	12 465 Дж	250 А	68,8 Вт

Ответы к заданиям части 2 (окончание)

№	25	26	28	29	30	31	32
20	785	75	100 м/с	30 м/с	$1,88 \cdot 10^5$ Па	400 км/с	$6,37 \cdot 10^{-19}$ Ф
21	227	1,75	1,7 м/с	9359 см <sup>3</sup>	8	$\frac{17}{29} CU_0$	$5,2 \cdot 10^{14}$ Гц
22	123	6	7 м	6 с, 120 м	1980 Па	0,36 м	15 мм
23	103,5	68	4,5 м/с	42 м/с	5,2 МПа	1,2 А	0,4 эВ
24	74,4	2	30 Дж	22,4 Н	$1,482$ кг/м <sup>3</sup>	1,32	$5,6 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с
25	1,18	88	1 см	6,25 см	19,25 %	12 мин	1,7 В
26	180	7	10 Дж	6,7 см	12 %	350 В	1 мкм
27	19,2	0,15	25 м	8 см	91,7 К	39 г	2,5 дптр
28	37,5	31,25	100 м/с	2,78 м	167,75 кг	2 см	10 см
29	22,5	1000	0,75 кг	0,5 Н	33%	3070 К	$0,98 \cdot 10^{15}$ Гц
30	68	6,4	$5,5$ м/с <sup>2</sup>	2 м/с	1,6	$\frac{mg}{2aI}$	2,6 мм
31	0,01	6	10 м/с	2 с	7479 Дж	25,8 пФ	$5,1 \cdot 10^{14}$ Гц
32	12	24	$10$ м/с <sup>2</sup>	1,5	11,5 кДж	$0,7 \cdot 10^{-3}$	0,15 Вт
33	33,7	1,04	-0,49 Н	0,81 м	836 К	0,05 м	$2,83 \cdot 10^8$ м/с
34	16,85	43,96	200 Н	2,8 с	3,8 К	25 см	1,9 эВ
35	5,66	100	0,4 с	3,07 Н	250 кДж	0,4 Тл	$1,48 \cdot 10^{15}$ Гц

Ответы на задания 27

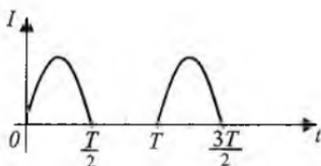
Вариант 1

Ток через витки катушки 1 течёт против часовой стрелки, значит, по правилу правой руки, вектор магнитной индукции будет направлен вверх. При выдвигании катушки 1 из катушки 2 возникнет явление электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца, индукционный ток будет направлен так, чтобы препятствовать изменению магнитного потока. А следовательно, ток в витках катушки 2 тоже будет направлен против часовой стрелки. Поэтому ток через гальванометр будет течь справа налево.

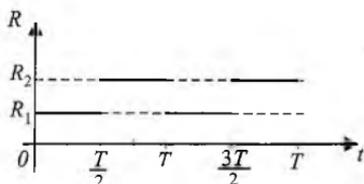
Вариант 2

Ток через витки катушки 1 течёт против часовой стрелки, значит, по правилу правой руки, вектор магнитной индукции будет направлен вверх. При вдвигании катушки 1 в катушку 2 возникнет явление электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца, индукционный ток будет направлен так, чтобы препятствовать изменению магнитного потока. А следовательно, ток в витках катушки 2 тоже будет направлен по часовой стрелке. Поэтому ток через гальванометр будет течь слева направо.

Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5

1. Масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.
2. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

3. При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

### Вариант 6

1. Гильза притянется к пластине, коснётся её, а потом отскочит и зависнет в отклонённом состоянии.

2. Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдёт её электризация: та её сторона, которая ближе к пластине (левая), будет иметь отрицательный заряд, а противоположная сторона (правая) — положительный. Поскольку сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет больше отталкивания правой стороны гильзы. Гильза будет притягиваться к пластине и двигаться, пока не коснётся её.

3. В момент касания часть электронов перейдёт с гильзы на положительно заряженную пластину, гильза приобретёт положительный заряд и оттолкнётся от теперь уже одноимённо заряженной пластины.

### Вариант 7

1. Объём воздуха в трубке сначала увеличивается, а затем уменьшается.

2. На первом этапе процесса воздух получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не изменяется. Следовательно, по первому закону термодинамики, полученное воздухом количество теплоты целиком тратится на работу воздуха. Объём воздуха увеличивается.

3. На втором этапе процесса происходит адиабатный процесс, по первому закону термодинамики, внутренняя энергия воздуха увеличивается за счёт совершения над ним работы. Объём воздуха уменьшается.

### Вариант 8

1. Сначала пластинка начинает падать под действием силы тяжести с ускорением свободного падения  $g$ , при этом её скорость увеличивается.

2. Как только нижний край пластинки достигает области между полюсами магнита, в которой существует сильное магнитное поле, магнитный поток через пластинку начинает возрастать и в ней по закону электромагнитной индукции Фарадея появляются вихревые индукционные токи («токи Фуко»). Эти токи взаимодействуют по закону Ампера с магнитным полем магнита, и, в соответствии с правилом Ленца, появляется сила, тормозящая падение пластинки. Поэтому скорость пластинки начинает уменьшаться.

3. Когда тормозящая сила сравнивается с силой тяжести, то ускорение пластинки становится равным нулю, и пластинка далее падает в зазоре электромагнита с постоянной скоростью.

4. Когда верхний край пластинки достигает верхнего края зазора электромагнита, магнитный поток через пластинку начинает падать и тормозящая сила уменьшается. При этом в соответствии со вторым законом Ньютона скорость пластинки возрастает, и после её выхода из магнитного поля продолжается падение с ускорением свободного падения  $\vec{g}$ .

### Вариант 9

1. На участке от  $V_0$  до  $3V_0$  давление под поршнем постоянно (давление насыщенного пара на изотерме). На участке от  $3V_0$  до  $6V_0$  давление под поршнем подчиняется закону Бойля — Мариотта. На участке от  $V_0$  до  $3V_0$  график  $p(V)$  — горизонтальный отрезок прямой, на участке от  $3V_0$  до  $6V_0$  — фрагмент гиперболы.

2. В начальном состоянии над водой находится насыщенный водяной пар, так как за длительное время в системе установилось термодинамическое равновесие.

3. Пока в цилиндре остаётся вода, при медленном изотермическом расширении пар остаётся насыщенным. Поэтому график  $p(V)$  будет графиком константы, т. е. отрезком горизонтальной прямой. Количество воды в цилиндре при этом убывает. При комнатной температуре концентрация молекул воды в насыщенном паре ничтожна по сравнению с концентрацией молекул воды в жидком агрегатном состоянии. Масса воды в два раза больше массы пара. Поэтому, во-первых, в начальном состоянии насыщенный пар занимает объём, практически равный  $V_0$ . Во-вторых, чтобы вся вода испарилась, нужно объём под поршнем увеличить ещё на  $2V_0$ . Таким образом, горизонтальный отрезок описывает зависимость  $p(V)$  на участке от  $V_0$  до  $3V_0$ .

4. При  $V > 3V_0$  под поршнем уже нет жидкости, все молекулы воды образуют ненасыщенный водяной пар, который можно на изотерме описывать законом Бойля — Мариотта:  $pV = const$ , т. е.  $p \sim 1/V$ . Графиком этой зависимости служит гипербола. Таким образом, на участке от  $3V_0$  до  $6V_0$  зависимость  $p(V)$  изображается фрагментом гиперболы (см. рис. 487).

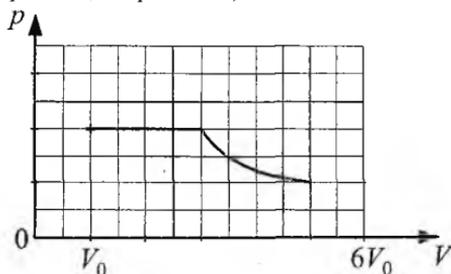


Рис. 487

### Вариант 10

При разомкнутом ключе ток в цепи не течёт, поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС батареи  $E$ . Когда ключ замыкают,

цепь становится замкнутой, ток течёт, амперметр показывает силу тока. Показания вольтметра  $U = E - Ir$ . Следовательно, показания амперметра увеличатся (станут неравными нулю), а вольтметра — уменьшатся.

### Вариант 11

По мере уменьшения ёмкости колебательного контура менялась его собственная частота, и ученик наблюдал явление резонанса.

### Вариант 12

Когда половина линзы закрыта экраном, изображение на экране останется на прежнем месте, но станет более тусклым, так как для его получения собирались лучи только с половины линзы.

### Вариант 13

Петя нагреет воду быстрее. Это связано с тем, что зависимость плотности воды от температуры  $1^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$  является растущей функцией. Поэтому плотность нагретой воды больше плотности холодной. Если нагреватель будет сверху, то более тяжёлая нагретая вода станет опускаться вниз, обеспечивая конвекцию.

### Вариант 14

На левой пластине слева будет заряд  $2q$ , а справа — заряд  $-q$ . На правой пластине слева будет заряд  $q$ , а справа — заряд  $2q$ . Между пластинами конденсатора будет однородное поле, снаружи тоже, но величина напряжённости (густота линий) снаружи в два раза больше.

### Вариант 15

Холодильная машина работает по принципу, обратному принципу работы тепловой машины: над рабочим телом (газом-агентом) совершается определённая работа, а тепло от продуктов в холодильнике передаётся к горячему телу (воздуху в комнате). При этом горячему телу (воздуху в комнате) передаётся не только тепло, которое отбирается от холодного (от продуктов), но и тепло, эквивалентное произведённой работе. В холодильнике сжиженный газ-агент, испаряясь, забирает тепло у стенок испарительной камеры. Затем этот газ снова сжимается в конденсаторе, передавая тепло окружающему воздуху. В результате температура воздуха в комнате повысится.

**Вариант 16**

Тело падает к центру планеты под действием силы тяжести. Пройдя центр, на тело действует возвращающая сила  $F_{\text{возвр.}}$  со стороны «слоя» планеты радиусом

$x$  (см. рис. 488).  $F_{\text{возвр.}} = -G \frac{\frac{4}{3}\pi\rho x^3}{x^2} \sim x$ . Таким образом,

- 1) есть точка устойчивого равновесия (центр);
- 2) есть возвращающая сила;
- 3)  $F_{\text{возвр.}} \sim x$ . Тело будет совершать свободные гармонические колебания.

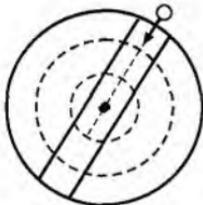


Рис. 488

**Вариант 17**

Когда на брусок надавили и отпустили его, на него действует возвращающая сила — сила Архимеда (см. рис. 489).  $F_{\text{возвр.}} = -\rho_{\text{ж}}gSx$ , где  $\rho_{\text{ж}}$  — плотность жидкости,  $x$  — глубина смещения от положения равновесия.  $ma = -\rho_{\text{ж}}gSx$ .

1. Есть положение устойчивого равновесия.
2. Возникает возвращающая сила  $F_{\text{возвр.}}$ ,  $F_{\text{возвр.}} \sim x$ . Тело будет совершать свободные гармонические колебания.

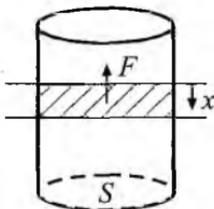


Рис. 489

**Вариант 18**

Поскольку резонансные частоты духовых инструментов пропорциональны скорости звука, то они возрастают по мере того, как оркестрант своим дыханием согревает инструмент и тем самым увеличивает скорость звука.

**Вариант 19**

Вода на поверхности почвы к утру замерзает, и при этом выделяется дополнительное количество теплоты.

**Вариант 20**

На участке 1–2 температура газа растёт с ростом давления при постоянной концентрации ( $P = nkT$ ), следовательно, газ получал некоторое количество теплоты.

На участке 2–3 с уменьшением концентрации температура газа растёт при постоянном давлении, газ также получает некоторое количество теплоты.

**Вариант 21**

Ярче, но не в полный накал, будет светить лампочка в 40 Вт. При одной и той же силе тока сопротивление этой лампочки больше, чем сопротивление лампочки в 60 Вт.

**Вариант 22**

Диэлектрик в зазоре между пластинами увеличит электроёмкость конденсатора. Заряды на обкладках не изменятся, т. к. обкладки установлены на изолирующих штативах. Вследствие этих двух причин уменьшится разность потенциалов между обкладками. Показания электрометра растут вместе с разностью потенциалов на его выводах. Поэтому в данном случае показания уменьшатся: стрелка электрометра повернётся ближе к вертикали.

**Вариант 23**

Ярче вспыхнет лампа на схеме б. В случае б за счёт вставленного диэлектрика электроёмкость конденсатора выше, следовательно, он накопит больший заряд, который после переключения ключа и вызовет более яркую вспышку лампы.

**Вариант 24**

До замыкания ключа вольтметр будет показывать нулевое значение напряжения. После замыкания ключа напряжение на конденсаторе будет расти (показания вольтметра увеличатся) и достигнет максимального значения, когда конденсатор полностью зарядится. После этого показание вольтметра меняться не будет.

**Вариант 25**

Рамка повернётся на  $90^\circ$  по часовой стрелке вокруг оси  $AB$  так, что ближайшая к магниту сторона рамки опустится вниз.

### Вариант 26

Пока в цепи протекал постоянный ток, в соседних витках пружины направление этого тока было одинаковым. По закону Ампера параллельные проводники с электрическими токами, текущими в одном направлении, притягиваются. Следовательно, до размыкания цепи пружина была в сжатом состоянии, а после — длина пружины увеличится.

### Вариант 27

Амперметр  $A_1$  сразу покажет большое значение силы тока, которое не будет меняться. Ток, текущий через амперметр  $A_2$ , будет с течением времени медленно увеличиваться из-за возникающей в катушке ЭДС самоиндукции, мешающей току. Спустя продолжительное время после замыкания ключа  $K$  амперметры  $A_1$  и  $A_2$  покажут одинаковую силу тока.

### Вариант 28

После размыкания ключа в резисторе направление тока изменится на противоположное, а сила тока будет уменьшаться.

### Вариант 29

1. Парциальное давление пара увеличится, относительная влажность уменьшится.

2. Так как сосуд жёсткий, то объём газа остаётся постоянным, то есть процесс изохорный  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ , где  $p_1$  и  $p_2$  — соответственно парциальные давления пара при температурах  $T_1$  и  $T_2$ . Так как  $T_2 > T_1$ , то  $p_1 > p_2$ .

3. С ростом температуры плотность насыщенного пара  $\rho_n$  увеличивается, а плотность паров в сосуде  $\rho_{\text{пара}}$  остаётся постоянной (сосуд герметичный, масса газов постоянна).  $\varphi = \frac{\rho_{\text{пара}}}{\rho_n} \cdot 100\%$  — относительная влажность воздуха уменьшится.

### Вариант 30

Во время грозы происходит электризация трением ледяных кристаллов, в грозовых облаках возникают большие заряды и разности потенциалов между облаками и землёй, что вызывает молнии.

В молнии происходит нагрев и быстрое расширение воздуха, образуются звуковые волны, распространяющиеся во все стороны от искровых каналов.

Свет от молнии распространяется в сотни тысяч раз быстрее звука, поэтому вначале видна вспышка света, а затем уже слышны громовые раскаты.

Довольно долго слышны раскаты грома, т. к. вначале гром доходит до нас от ближайшей части молнии, а затем — от более удалённых.

**Вариант 31**

1) Давление газа на участках 1–2, 3–4 увеличивалось, на участке 2–3 не изменялось.

2) На участке 1–2 процесс изотермический ( $pV = \text{const}$ ), значит, при уменьшении объёма давление увеличивается. На участке 2–3 процесс изобарный ( $p = \text{const}$ ); на участке 3–4 процесс изохорный, следовательно, при увеличении температуры давление увеличивается.

**Вариант 32**

На протон действуют магнитное поле силой  $F_M = qvB$  и электрическое поле силой  $F_e = qE$ . Поскольку заряд протона положительный,  $F_e$  сонаправлена с  $E$ , а по правилу левой руки сила  $F_M$  направлена противоположно силе  $F_e$ . Т. к. сначала протон двигался прямолинейно, то, согласно второму закону Ньютона, по модулю эти силы были равны.

Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Т. к. приращение  $F_M$ , а также вызываемое им ускорение направлены влево, то траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от прямолинейной влево.

**Вариант 33**

Подниматься вверх с той же скоростью.

**Вариант 34**

Передвижение парусной яхты по ветру фактически определяется простым давлением ветра на её парус, толкающим судно вперед. Когда набегающий воздух обтекает вогнутую заднюю поверхность паруса, скорость воздуха уменьшается, в то время как при обтекании выпуклой передней поверхности паруса эта скорость растёт. В результате на задней поверхности паруса образуется область повышенного давления, а на передней — пониженного. Разность давлений на двух сторонах паруса создает тянущую (толкающую) силу, которая перемещает яхту вперед под углом к ветру. Парусная яхта не может плыть прямо против ветра, однако может продвигаться вперед, совершая серию зигзагообразных коротких перемещений под углом к ветру, называемых галсами. Для минимизации отклонения в сторону от прямой линии яхта передвигается, меняя курс с правого галса на левый и наоборот.

**Вариант 35**

Из закона сохранения энергии для заряженного конденсатора следует равенство:  $\Delta W + Q = A_{\text{дст.}} + A$ , где  $\Delta W$  — изменение энергии электрического поля

конденсатора,  $Q$  — выделенное в системе джоулево тепло,  $A_{\text{ист.}}$  — работа источника тока (в нашем случае  $A_{\text{ист.}} = 0$ ),  $A$  — работа внешних сил. Пренебрежём джоулевым теплом. Тогда закон сохранения энергии принимает вид:  $\Delta W = A$ . Совершив над конденсатором положительную работу (удаляя пластины друг от друга), мы тем самым увеличиваем энергию его электрического поля.

*ЕГЭ*

Учебное издание

**Монастырский Лев Михайлович, Атаманченко Анатолий Кузьмич,  
Безуглова Галина Сергеевна, Джужук Игорь Иванович,  
Игнатова Юлия Александровна, Матюшкина Любовь Васильевна,  
Росинская Светлана Александровна, Семёнов Валентин Вячеславович,  
Якунина Ольга Борисовна**

**ФИЗИКА. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ-2020.  
35 тренировочных вариантов по демоверсии 2020 года**

Под редакцией *Л. М. Монастырского*

Налоговая льгота: издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Обложка *М. Сафиуллина*  
Компьютерная вёрстка *Г. Безуглова*  
Корректоры *Н. Пимонова, А. Яковлева*

Подписано в печать с оригинал-макета 06.09.2019.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 30,69.  
Тираж 10 000 экз. Заказ № 4977.

ООО «ЛЕГИОН»

Для писем: 344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550.  
Адрес редакции: 344082, г. Ростов-на-Дону, ул. Согласия, 7.  
[www.legionr.ru](http://www.legionr.ru) e-mail: [legionrus@legionrus.com](mailto:legionrus@legionrus.com)

Отпечатано в филиале «Тверской полиграфический комбинат  
детской литературы» ОАО «Издательство «Высшая школа»  
Российская Федерация, 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, д. 46  
Тел.: +7(4822) 44-85-98. Факс: +7(4822) 44-61-51