

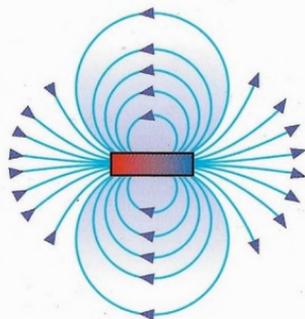
Л. М. Монастырский, Г. С. Безуглова, Ю. А. Игнатова

ЕГЭ-2020

ФИЗИКА

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ

- ▶ 800 ЗАДАНИЙ В ФОРМАТЕ ЕГЭ
- ▶ БАЗОВЫЙ, ПОВЫШЕННЫЙ И ВЫСОКИЙ УРОВНИ СЛОЖНОСТИ
- ▶ ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ
- ▶ ТЕОРИЯ И ОТВЕТЫ КО ВСЕМ ЗАДАНИЯМ



**Л. М. Монастырский, Г. С. Безуглова
Ю. А. Игнатова**

ФИЗИКА

ЕГЭ–2020

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ

ВСЕ ТИПЫ ЗАДАНИЙ

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:

Л. В. Матюшкина, кандидат физико-математических наук, учитель высшей категории, победитель ПНПО 2009 г., лауреат конкурса лучших учителей «Династия» 2010–2015 гг.;

О. Б. Якунина, учитель высшей категории, почётный работник общего образования, победитель ПНПО 2006, 2010, 2016 гг., лауреат конкурса лучших учителей «Династия» 2008–2015 гг.

Авторский коллектив:

Л. М. Монастырский, Г. С. Безуглова, Ю. А. Игнатова

Физика. ЕГЭ-2020. Тематический тренинг. Все типы заданий :
Ф50 учебно-методическое пособие / под ред. Л. М. Монастырского. —
Ростов н/Д: Легион, 2019. — 480 с. — (ЕГЭ).

ISBN 978-5-9966-1261-1

В пособии собран материал, необходимый для качественной подготовки к ЕГЭ по физике.

Книга содержит:

- больше 1000 заданий базового, повышенного и высокого уровней сложности по всем разделам курса физики;

- краткие теоретические сведения по каждому разделу;

- ответы ко всем заданиям и решения некоторых из них.

Пособие поможет учащимся 10–11-х классов повторить и систематизировать изученный ранее материал и подготовиться к ЕГЭ.

Учителя и методисты могут использовать пособие для организации тематического повторения курса физики, выявления и устранения возможных пробелов в подготовке учеников, для проведения проверочных работ.

ББК 22.3я721

ISBN 978-5-9966-1261-1

© ООО «Легион», 2019

Оглавление

От авторов	7
Краткие справочные данные	9
Задания базового уровня сложности	12
§ 1. Механика	12
<i>Теоретический материал</i>	12
1.1. Основные понятия и законы кинематики	12
1.2. Основные понятия и законы динамики	15
1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики	18
1.4. Законы сохранения	20
1.5. Механические колебания и волны	21
<i>Задания</i>	23
1.6. Элементы содержания № 1. Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	23
1.7. Элементы содержания № 2. Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	38
1.8. Элементы содержания № 3. Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	46
1.9. Элементы содержания № 4. Условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук	53
1.10. Элементы содержания № 5. Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	62
1.11. Элементы содержания № 6. Механика (изменение физических величин в процессах)	79
1.12. Элементы содержания № 7. Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами)	91
§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика	105
<i>Теоретический материал</i>	105
2.1. Газовые законы	106
2.2. Элементы термодинамики	107
<i>Задания</i>	111

2.3. Элементы содержания № 8. Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева — Клапейрона, изопроцессы	111
2.4. Элементы содержания № 9. Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины	116
2.5. Элементы содержания № 10. Относительная влажность воздуха, количество теплоты	121
2.6. Элементы содержания № 11. МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблиц или графиков) ..	124
2.7. Элементы содержания № 12. МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	143
§ 3. Электродинамика	166
<i>Теоретический материал</i>	166
3.1. Основные понятия и законы электростатики	166
3.2. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля	168
3.3. Основные понятия и законы постоянного тока	169
3.4. Основные понятия и законы магнитостатики	170
3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции	172
3.6. Электромагнитные колебания и волны	173
3.7. Основные понятия и законы геометрической оптики	175
3.8. Основные понятия и законы волновой оптики	176
3.9. Основы специальной теории относительности	178
<i>Задания</i>	180
3.10. Элементы содержания № 13. Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления)	180
3.11. Элементы содержания № 14. Закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца	190

3.12. Элементы содержания № 15.	
Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе	198
3.13. Элементы содержания № 16.	
Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	206
3.14. Элементы содержания № 17.	
Электродинамика (изменение физических величин в процессах)	225
3.15. Элементы содержания № 18.	
Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	238
§ 4. Квантовая физика	257
<i>Теоретический материал</i>	257
4.1. Основные понятия и законы квантовой физики	257
4.2. Основные понятия и законы ядерной физики	257
<i>Задания</i>	259
4.3. Элементы содержания № 19.	
Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции	259
4.4. Элементы содержания № 20.	
Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	266
4.5. Элементы содержания № 21.	
Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	271
§ 5. Методы научного познания.	
Элементы содержания № 22, 23 (механика — квантовая физика) ...	283
<i>Теоретический материал</i>	283
<i>Задания</i>	285
§ 6. Элементы содержания № 24.	
Элементы астрофизики: Солнечная система, звёзды, галактики	307
<i>Теоретический материал</i>	307
<i>Задания</i>	311
Задания повышенного уровня сложности	328
§ 7. Механика — квантовая физика	328

7.1. Элементы содержания № 25. Механика, молекулярная физика (расчётная задача)	328
7.2. Элементы содержания № 26. Молекулярная физика, электродинамика (расчётная задача)	332
7.3. Элементы содержания № 27. Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача)	337
7.4. Элементы содержания № 28. Механика — квантовая физика (качественная задача)	345
Задания высокого уровня сложности	351
§ 8. Механика — квантовая физика	351
8.1. Элементы содержания № 29. Механика (расчётная задача)	351
8.2. Элементы содержания № 30. Молекулярная физика (расчётная задача)	355
8.3. Элементы содержания № 31. Электродинамика (расчётная задача)	359
8.4. Элементы содержания № 32. Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача)	366
Ответы	371
Решение некоторых заданий	378

Дорогие старшеклассники!

Вы выбрали физику и готовитесь к ЕГЭ. Сейчас вы держите в руках эту книгу. Чем она будет вам полезна?

Наше учебное пособие содержит более 1000 заданий базового, повышенного и высокого уровней сложности по следующим разделам: «Механика», «Молекулярная физика», «Электромагнетизм» и «Атомная физика». С книгой можно работать как на уроках, так и дома.

Ко всем заданиям даны ответы, а к некоторым приведены подробные решения.

Как работать с книгой

На **первом этапе** работы необходимо выяснить, насколько хорошо вы владеете базовыми знаниями. С этой целью выполните несколько первых заданий из каждого раздела. Это поможет вам вспомнить учебный материал, а также выявить пробелы в ваших знаниях. В случае, если какая-то тема забыта или недостаточно изучена, следует обратиться к учебникам или к краткой теории, которая есть в начале каждого параграфа. Помните, что ключом к успеху является качественное усвоение (желательно даже выучить наизусть!) основных физических понятий (определений и законов). Без этого будет сложно двигаться дальше.

Рекомендуем также ознакомиться с нашим «Карманным справочником» по физике, который в сжатом виде содержит всю необходимую вам теорию.

На **втором этапе** работы разумным будет решать несколько заданий ежедневно (или хотя бы 3–4 раза в неделю) и двигаться последовательно по параграфам — от базового уровня сложности к высокому. В случае возникновения расхождений с ответами стóит ещё раз повторить тот или иной теоретический материал.

И, наконец, на **третьем, завершающем, этапе** подготовки к экзамену ещё раз проверьте себя: выборочно прорешайте задачи из разных параграфов. Затем приступайте к выполнению заданий из нашего пособия

«Физика. Подготовка к ЕГЭ-2020. 40 тренировочных вариантов по демоверсии 2020 года». Этому этапу необходимо отвести как минимум четыре месяца или даже больше.

Удачи на экзамене!

Уважаемые учителя и методисты!

Пособие представляет собой сборник, состоящий из большого количества заданий разного формата и уровня сложности. Оно может оказать вам помощь в организации учебного процесса как в классе, так и во внеурочное время. В условиях нехватки времени на систематическую работу в классе (ведь цели учеников могут быть разными) книга позволит скоординировать работу учащихся с учётом их интересов и дальнейших планов.

Наше пособие поможет вам в организации процесса овладения знаниями и их систематизации, формирования компетенций учащихся, в выявлении имеющихся у них пробелов, в проведении необходимого тренинга и мониторинга.

Книгой желательно начинать пользоваться уже в 10-м классе (и не только тем школьникам, которые выбрали ЕГЭ по физике). Но особенно полезным это пособие станет учащимся 11-х классов, сдающим ЕГЭ по предмету. Книга составлена в соответствии с образовательной программой по физике и содержанием учебников, допущенных к использованию в образовательном процессе школ РФ, и с нормативными документами ЕГЭ. Пособие поможет школьникам составить представление о форме заданий и уровнях их сложности в КИМ ЕГЭ.

Задания пособия можно использовать также для составления самостоятельных и контрольных работ.

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать на адрес электронной почты legionrus@legionrus.com.

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 π	$\pi = 3,14$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

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

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

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

Нормальные условия	
давление $P_0 = 10^5$ Па	температура $T_0 = 273$ К = 0° С

Молярная масса (кг/моль)			
Азот	$28 \cdot 10^{-3}$	Кислород	$32 \cdot 10^{-3}$
Аргон	$40 \cdot 10^{-3}$	Литий	$6 \cdot 10^{-3}$
Водород	$2 \cdot 10^{-3}$	Молибден	$96 \cdot 10^{-3}$
Воздух	$29 \cdot 10^{-3}$	Неон	$20 \cdot 10^{-3}$
Гелий	$4 \cdot 10^{-3}$	Углекислый газ	$44 \cdot 10^{-3}$

Психрометрическая таблица											
Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37

Зависимость давления насыщенного пара от температуры			
$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$
-5	0,40	11	1,33
0	0,61	12	1,40
1	0,65	13	1,49
2	0,71	14	1,60
3	0,76	15	1,71
4	0,81	16	1,81
5	0,88	17	1,93
6	0,93	18	2,07
7	1,0	19	2,20
8	1,06	20	2,33
9	1,14	25	3,17
10	1,23	20	12,3

Задания базового уровня сложности

§ 1. Механика

Теоретический материал

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.

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).

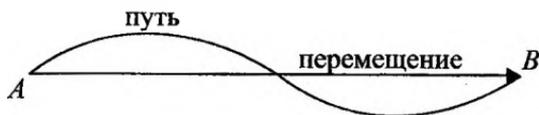


Рис. 1

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* ω :

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

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, ν .

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

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:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Третий закон Ньютона подчёркивает, 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).

Или короче: 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 упрутся в землю, должна быть

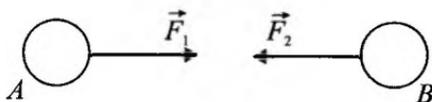


Рис. 2

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

$$F = -kx, \quad [k] = \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

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, μ — 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 вес тела больше веса покоящегося тела.

При движении тела с ускорением, направленным вниз, его вес

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

В этом случае вес 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

$$v_1 = 7,9 \text{ км/с.}$$

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 данное 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).

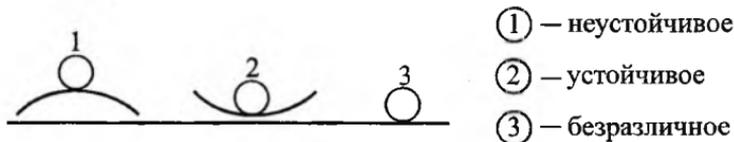


Рис. 3

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 ρ — плотность жидкости, h — высота столба жидкости.

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

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2.$$

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, тел 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 (закон сохранения энергии в механике). 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.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Величина A , равная наибольшему абсолютному значению колеблющейся физической величины x , называется *амплитудой* колебаний. Выражение $\alpha = \omega t + \varphi_0$ определяет значение x в данный момент времени и называется *фазой* колебаний (φ_0 — начальная фаза 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 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 различных 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.

Задания

1.6. Элементы содержания № 1.

Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности

1. Какие из графиков, представленных на рис. 4, могут описывать зависимость пройденного пути от времени?

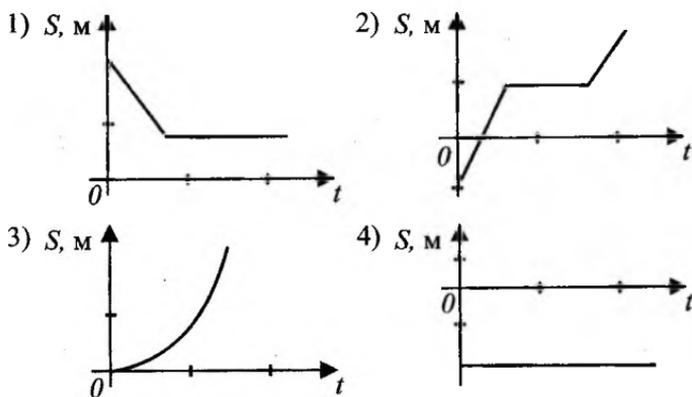


Рис. 4

Ответ: _____.

2. Небольшое тело свободно падает с некоторой высоты. Какой из графиков отражает зависимость его координаты y от времени (см. рис. 5)? Ось y направлена вверх, начало отсчёта лежит на поверхности Земли.

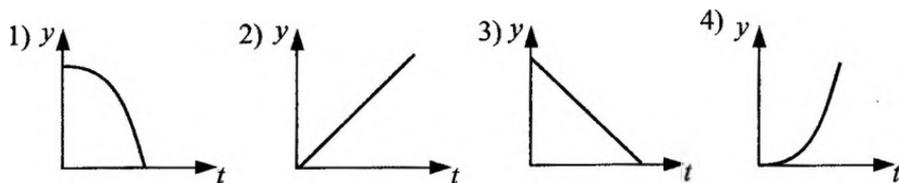


Рис. 5

Ответ: _____.

3. Тело, брошенное вертикально вверх со скоростью v , через некоторое время упало на поверхность Земли. Какой график (см. рис. 6) соответствует зависимости проекции скорости на ось Ox от времени? Ось Ox направлена вертикально вверх.

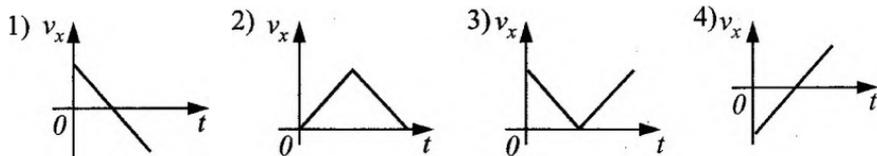


Рис. 6

Ответ: _____.

4. Шарик сообщают начальную скорость для движения вверх по наклонному желобу так, как показано на рис. 7. Какой из графиков на рис. 8 верно описывает характер зависимости перемещения шарика от времени? Трением пренебречь.

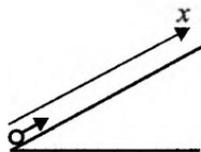


Рис. 7

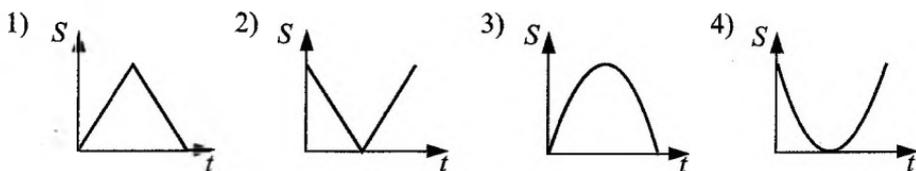


Рис. 8

Ответ: _____.

5. Автомобиль, движущийся со скоростью v_0 , начинает тормозить с ускорением \vec{a}_1 ; развернувшись после остановки, он продолжает движение с ускорением \vec{a}_2 , причём $|\vec{a}_2| = 2|\vec{a}_1|$. Какой из графиков зависимости v_x от t верен (см. рис. 9)?

Ответ: _____.

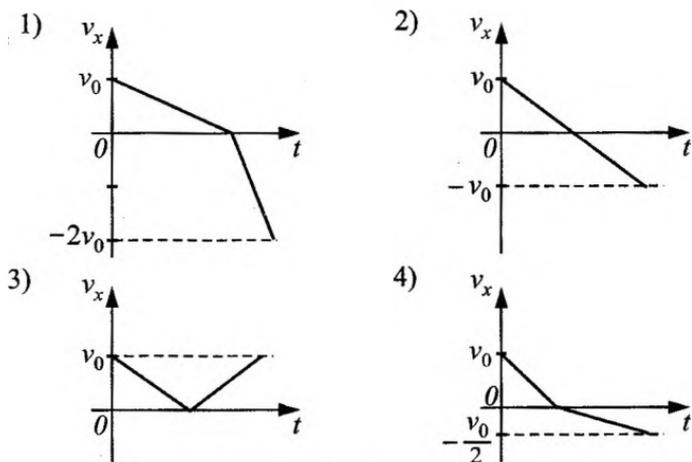


Рис. 9

6. Небольшое тело подбросили вверх с некоторой начальной скоростью. Какой из графиков (см. рис. 10) отражает зависимость модуля его ускорения от времени?

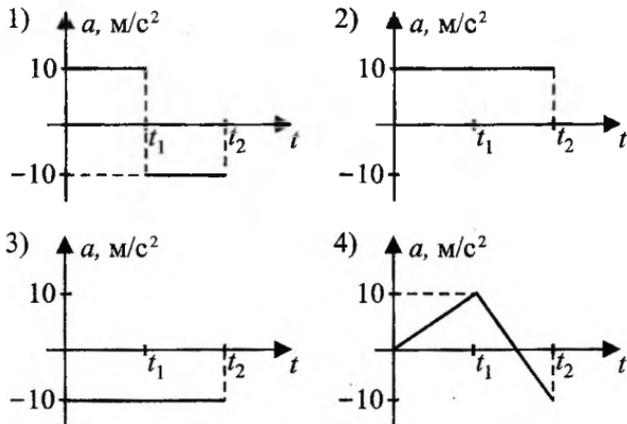


Рис. 10

Ответ: _____.

7. Зависимость скорости автомобиля, движущегося по прямому участку трассы, от времени представлена на графике (см. рис. 11). Укажите формулу, правильно описывающую зависимость пройденного пути от времени.

Ответ: _____ t + _____ t^2 .

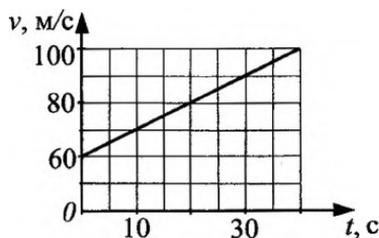


Рис. 11

8. На рис. 12 представлен график зависимости координаты тела от времени. Начальная скорость тела равна...

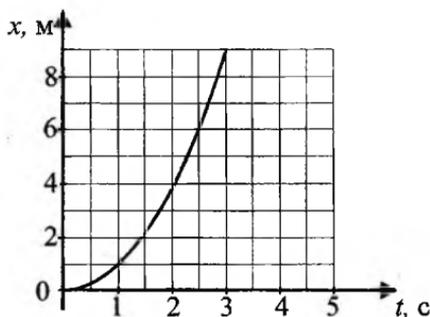


Рис. 12

Ответ: _____ м/с.

9. На рис. 13 представлен график зависимости координаты тела от времени. Ускорение тела равно...

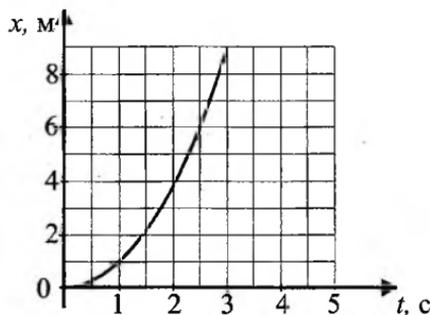


Рис. 13

Ответ: _____ м/с².

10. На рис. 14 приведён график зависимости проекции скорости движения тела от времени. Определите проекцию ускорения автомобиля.

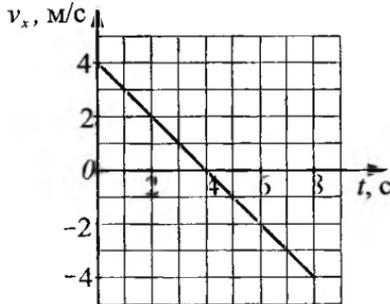


Рис. 14

Ответ: _____ м/с².

11. На рис. 15 представлен график движения автомобиля по прямолинейному шоссе. На каком промежутке времени модуль скорости автомобиля минимален?

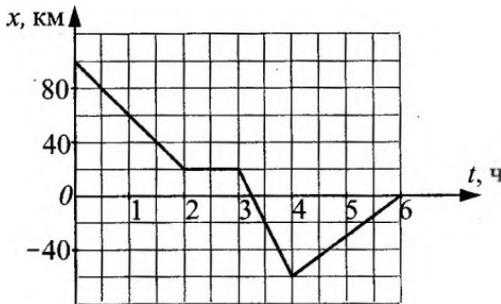


Рис. 15

Ответ: от _____ ч до _____ ч.

12. На рис. 16 представлен график зависимости модуля скорости от времени. Модуль ускорения максимален в интервале времени...

Ответ: от _____ с до _____ с.

13. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени (см. рис. 17). Модуль ускорения максимален в интервале времени ...

Ответ: от _____ с до _____ с.

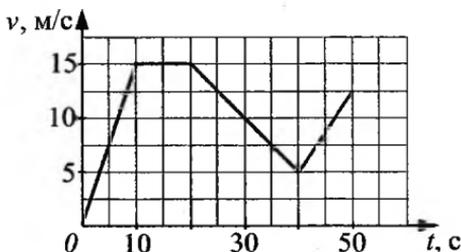


Рис. 16

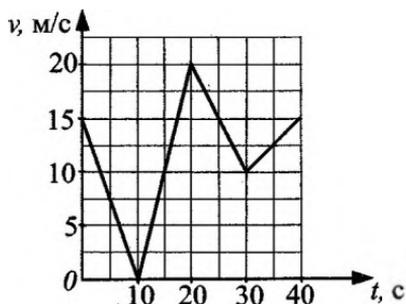


Рис. 17

14. На рис. 18 представлен график изменения скорости мотоциклиста по прямолинейному шоссе. На каком промежутке времени модуль ускорения мотоциклиста максимален?

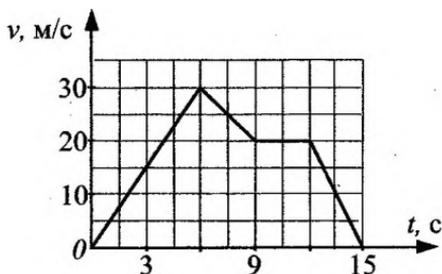


Рис. 18

Ответ: от _____ с до _____ с.

15. Автомобиль движется прямолинейно. На графике (см. рис. 19) представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Чему равен максимальный модуль ускорения?

Ответ: _____ м/с².

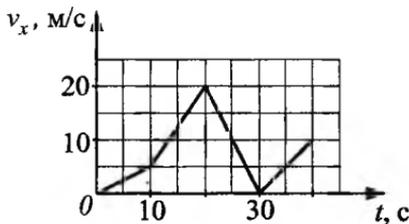


Рис. 19

16. На рис. 20 представлен график зависимости проекции скорости материальной точки от времени. Какова средняя скорость точки за первые 8 с движения?

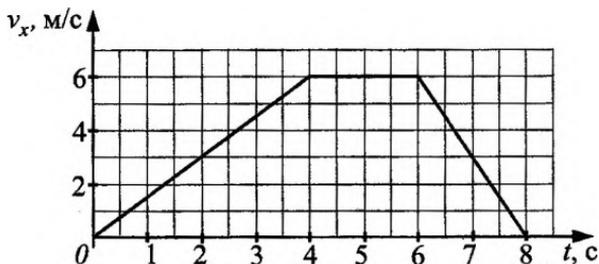


Рис. 20

Ответ: _____ м/с.

17. На рис. 21 представлены графики движения двух тел. Найдите, насколько скорость первого тела больше скорости второго.

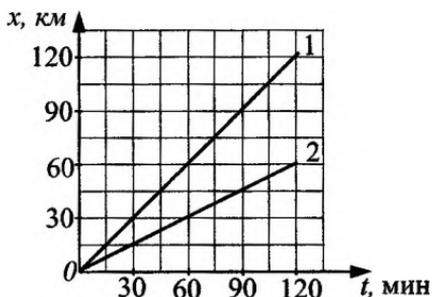


Рис. 21

Ответ: на _____ км/ч.

18. На рис. 22 приведён график зависимости проекции скорости материальной точки от времени. Каков модуль перемещения точки за 20 с?

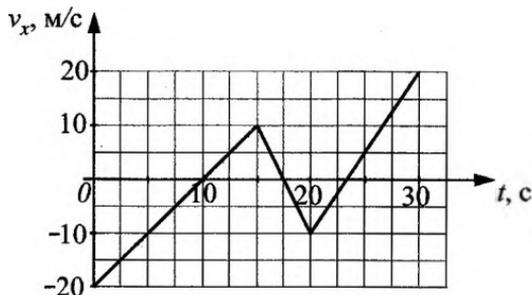


Рис. 22

Ответ: _____ м.

19. На рис. 23 представлены графики зависимости скорости от времени для двух тел. Отношение ускорения второго тела к ускорению первого равно...

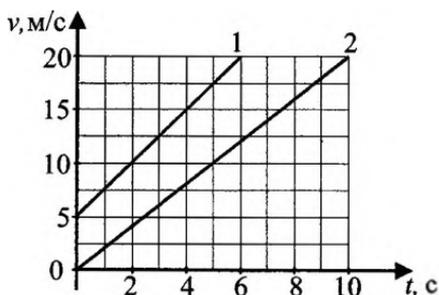


Рис. 23

Ответ: _____.

20. Координаты движущихся вдоль одной прямой тел А и В изменяются со временем, как показано на рис. 24. Чему равна скорость тела А относительно тела В?

Ответ: _____ м/с.

21. Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике (см. рис. 25) показано изменение расстояния между автомобилями с течением времени. Какова скорость первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?

Ответ: _____ км/ч.

22. Автомобиль движется по прямой улице. На графике на рис. 26 представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Какой путь прошёл автомобиль за первые 20 с?

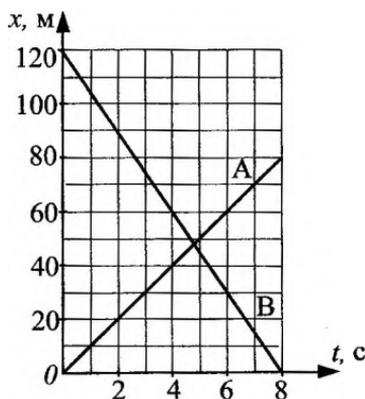


Рис. 24

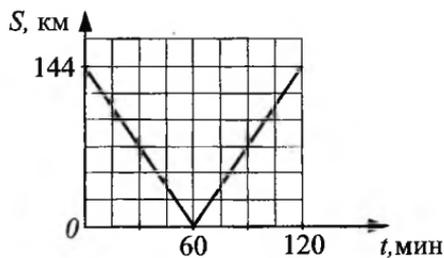


Рис. 25

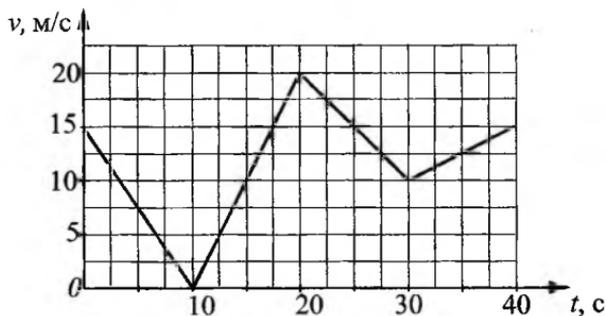


Рис. 26

Ответ: _____ м.

23. На рис. 27 представлены графики скоростей трёх тел, движущихся прямолинейно. Каким из трёх тел пройден наименьший путь за 3 с?

Ответ: _____.

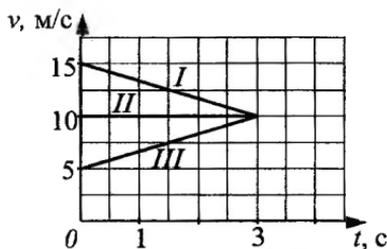


Рис. 27

24. Тело движется по оси Ox . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведённому на графике (см. рис. 28). Чему равен путь, пройденный телом за 2 с?

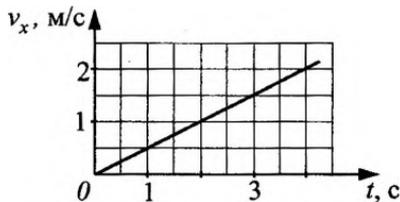


Рис. 28

Ответ: _____ м.

25. На рис. 29 изображён график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Проекция ускорения на эту же ось в момент времени 1 с равна...

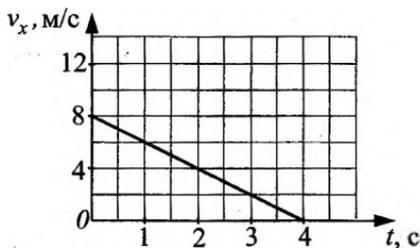


Рис. 29

Ответ: _____ м/с².

26. Начальная координата тела равна 0. Тело начало двигаться из состояния покоя, и зависимость проекции его ускорения от времени представлена на рис. 30. Какое расстояние пройдёт тело к концу 5-й секунды?

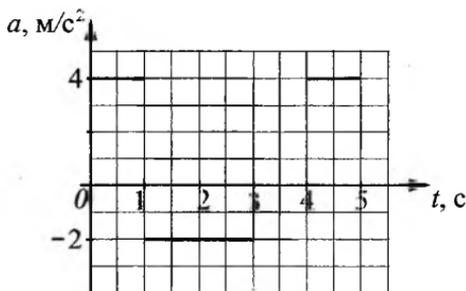


Рис. 30

Ответ: _____ м.

27. На рис. 31 представлен график зависимости скорости тела от времени при прямолинейном движении. Найдите модуль перемещения тела за 8 с.

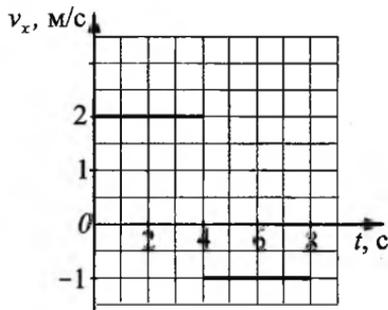


Рис. 31

Ответ: _____ м.

28. Скорость камня, брошенного вертикально вверх, изменяется, как показано на графике (см. рис. 32). На какую максимальную высоту поднялся камень?

Ответ: _____ м.

29. Точечное тело движется вдоль горизонтальной оси Ox . На рис. 33 представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Определите путь, пройденный телом за интервал времени от 0 с до 3 с.

Ответ: _____ м.

30. На рис. 34 приведён график зависимости координаты движущегося тела от времени. Какой путь прошло тело за 20 с?

Ответ: _____ м.

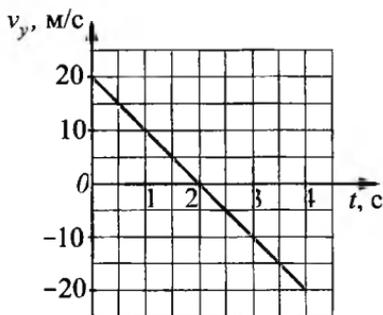


Рис. 32

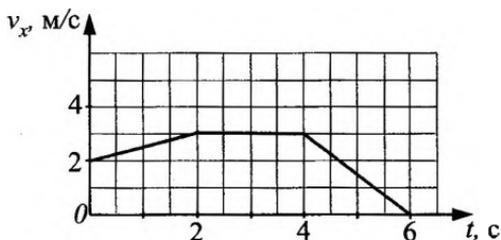


Рис. 33

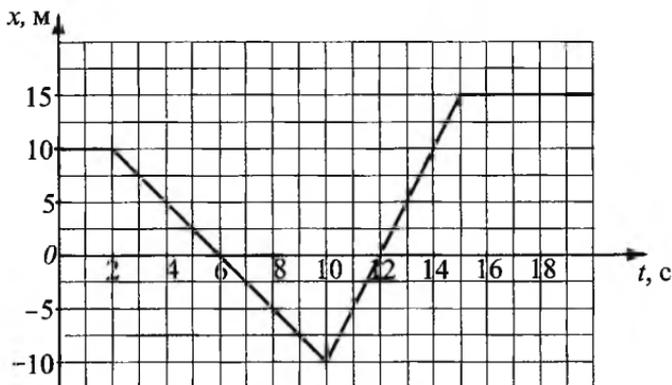


Рис. 34

31. На рис. 35 представлен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени при прямолинейном движении. Какой путь пройдёт тело за промежуток времени от 8 с до 16 с?

Ответ: _____ м.

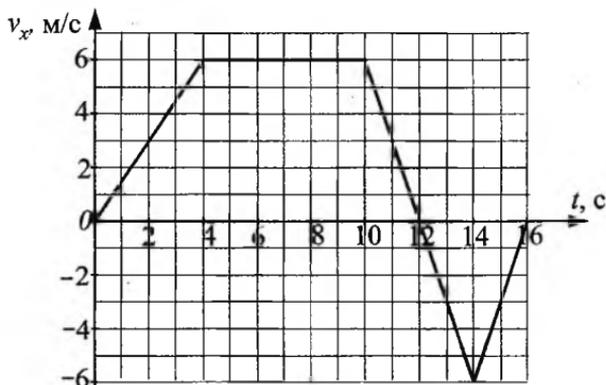


Рис. 35

32. Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 80 м. Укажите, сколько секунд тело провело в полёте.

Ответ: _____ с.

33. На рис. 36 приведены графики зависимости проекции скорости движения двух тел от времени. Определите, в какой момент времени второе тело пройдёт в два раза большее расстояние, чем первое, если тела продолжают двигаться с теми же ускорениями.

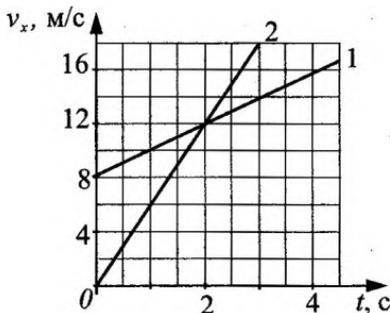


Рис. 36

Ответ: _____ с.

34. Из одной точки одновременно выехали два велосипедиста. На рис. 37 изображены графики изменения проекции их скоростей на ось Ox с течением времени. Найдите, через какой промежуток времени один велосипедист догонит другого.

Ответ: _____ мин.

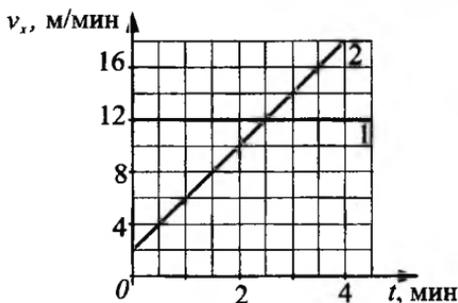


Рис. 37

35. Каким будет тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 72 км/ч, если он тормозит с ускорением 5 м/с^2 ?

Ответ: _____ м.

36. Сколько времени автомобиль затратит на торможение до полной остановки, если, двигаясь со скоростью 72 км/ч, он тормозит с ускорением 5 м/с^2 ?

Ответ: _____ с.

37. Тело вращается по направлению часовой стрелки. Какая стрелка соответствует направлению скорости тела в точке А?

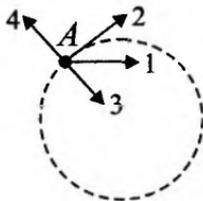


Рис. 38

Ответ: _____.

38. Тело находится внутри вращающейся воронки (см. рис. 39). Определите направление ускорения этого тела.

Ответ: _____.

39. Автомобиль едет по круговой развязке со скоростью 36 км/ч. Каково центростремительное ускорение автомобиля, если средний радиус кольца составляет 25 м?

Ответ: _____ м/с².

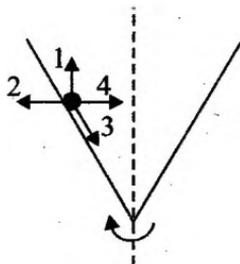


Рис. 39

40. При движении тела, брошенного под углом к горизонту, скорость тела в каждой точке траектории направлена по касательной (см. рис. 40). Как направлено ускорение тела в точке А? Сопротивлением воздуха пренебречь.

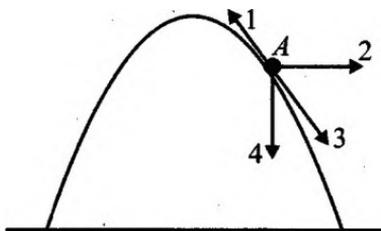


Рис. 40

Ответ: _____.

41. Материальная точка движется равномерно по окружности по часовой стрелке (см. рис. 41). В какой точке траектории ускорение направлено по стрелке?

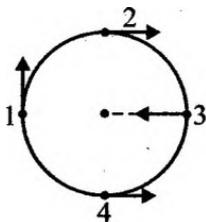


Рис. 41

Ответ: _____.

42. Период равномерного движения материальной точки по окружности радиусом 2 м равен 10 с. За какое время точка пройдет по окружности путь, равный 2π метров?

Ответ: _____ с.

43. Угол поворота равномерно вращающегося колеса радиусом 0,2 м описывается законом $\varphi = 6,28t$. Какова линейная скорость точек на ободе колеса? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

44. Чему равен период вращения тела массой 1 кг, если оно вращается по окружности радиусом 10 м со скоростью 1 м/с?

Ответ: _____ с.

1.7. Элементы содержания № 2.

Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения

45. Шарик, подвешенный к нити, вращают в горизонтальном направлении (см. рис. 42). Определите направление векторной суммы сил, действующих на шарик.

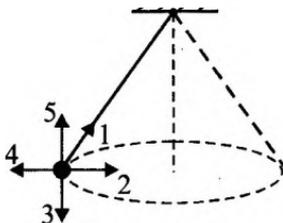


Рис. 42

Ответ: _____.

46. Тело движется по окружности с постоянной скоростью (см. рис. 43). Определите направление суммы сил, действующих на тело.

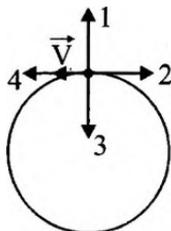


Рис. 43

Ответ: _____.

47. На тело действуют две силы F_1 и F_2 , направленные на север и на юг соответственно. Если $F_1 > F_2$, то ускорение тела направлено на...

Ответ: _____.

48. Какое ускорение получит тело массой 5 кг, если на него действуют две силы по 5 Н, направленные под углом 120° друг к другу (рис. 44)?

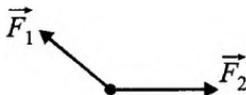


Рис. 44

Ответ: _____ м/с².

49. На рис. 45 показаны силы, действующие на материальную точку. Найдите, какая равнодействующая сила действует на тело, если модуль силы F_1 равен 2 Н.

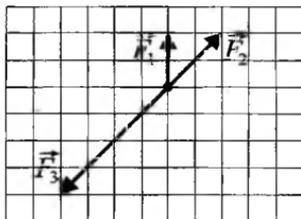


Рис. 45

Ответ: _____ Н.

50. Если силы $F_1 = F_2 = 3$ Н направлены под углом $\alpha = 120^\circ$ друг к другу (см. рис. 46), то модуль их равнодействующей равен...

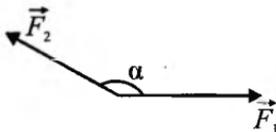


Рис. 46

Ответ: _____ Н.

51. На тело действуют три силы (см. рис. 47): $F_1 = F_2 = F_3 = 2$ Н. Найдите, чему равна равнодействующая сил, действующая на тело в направлении оси x . Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ Н.

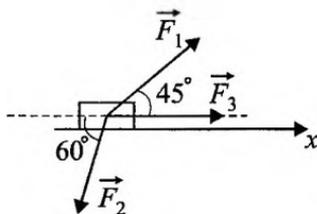


Рис. 47

52. На рис. 48 показаны силы, действующие на материальную точку. Найдите, какая равнодействующая сила действует на тело, если модуль первой силы \vec{F}_1 равен 5 Н.

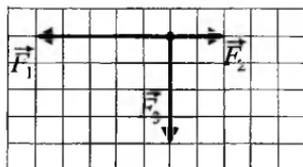


Рис. 48

Ответ: _____ Н.

53. Груз массой $m = 2$ кг подвешен на двух тросах, сила натяжения каждого из которых равна 20 Н. Найдите, чему равен угол α (см. рис. 49).

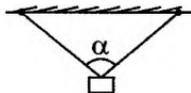


Рис. 49

Ответ: _____ $^\circ$.

54. Груз массой $2 \cdot 10^3$ кг загружают по вертикали в трюм теплохода. График зависимости скорости движения груза от времени представлен на рис. 50. Определите равнодействующую сил, действующих на груз в интервале времени 0–6 с.

Ответ: _____ кН.

55. В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Ускорение тела массой $2m$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчёта равно...

Ответ: _____ $\cdot \vec{a}$.

56. На тело массой 5 кг действуют силы, как показано на рис. 51, $F_1 = 15$ Н, $F_2 = 20$ Н. С каким ускорением будет двигаться тело?

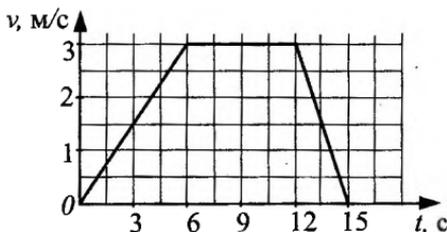


Рис. 50

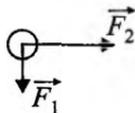


Рис. 51

Ответ: _____ м/с².

57. Если координаты тела массой 100 г, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox , меняются по закону $x(t) = 7 + 5t(3 + t)$, записанному в СИ, то модуль силы, действующей на тело, равен...

Ответ: _____ Н.

58. На вертикально падающее тело массой 500 г действует сила сопротивления воздуха, равная 2 Н. Чему равно ускорение тела?

Ответ: _____ м/с².

59. На первоначально покоившееся тело массой 3 кг действуют две силы: $F_1 = 5$ Н, направленная влево, и $F_2 = 2$ Н, направленная вправо. На какое расстояние сдвинется тело за 2 секунды?

Ответ: _____ м.

60. Какой путь пройдет первоначально покоившееся тело массой 2 кг, если на него в течение 5 секунд будет действовать сила 10 Н?

Ответ: _____ м.

61. Вес тела в лифте уменьшился в 4 раза. Чему равен модуль ускорения лифта?

Ответ: _____ м/с².

62. Для измерения силы трения деревянный брусок массой 50 г равномерно тянут по деревянной доске с помощью динамометра. Его показания равны 2 Н. Чему будут равны показания динамометра, если на брусок положить добавочный груз массой 150 г?

Ответ: _____ Н.

63. Книга массой 200 г лежит на столе. Каково отношение силы реакции стола к весу книги, если масса стола 10 кг?

Ответ: _____.

64. Санки съезжают с горки, образующей угол α с горизонтом, и проходят некоторый путь по горизонтальной поверхности до остановки (см. рис. 52). Сравните силы тяжести в точках траектории — A , B и C . Чему равно отношение наибольшей силы тяжести к наименьшей?

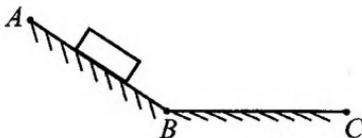


Рис. 52

Ответ: _____.

65. Мяч массой 200 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 15 м/с. Каков модуль силы тяжести, действующей на мяч в точке траектории, где скорость направлена под углом 45° ?

Ответ: _____ Н.

66. Какова сила гравитационного взаимодействия двух вагонов массой по 80 т, если расстояние между ними 1000 м? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ мкН.

67. Чему равно отношение силы гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Луны на Землю, к силе гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Земли на Луну, если масса Земли в 81 раз больше массы Луны?

Ответ: _____.

68. Чему равно отношение силы гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Земли на Солнце, к силе гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Солнца на Землю, если масса Солнца в 330 000 раз больше массы Земли?

Ответ: _____.

69. Если массу спутника, вращающегося по круговой орбите над поверхностью Земли на высоте $h \ll R_z$, увеличить в 2 раза, то во сколько раз изменится первая космическая скорость?

Ответ: _____.

70. Найдите центростремительное ускорение спутника, который движется по круговой орбите радиусом $6,4 \cdot 10^6$ м, имея скорость 8 км/с.

Ответ: _____ м/с².

71. Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 800 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза меньше, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ Н.

72. Каково ускорение свободного падения на Марсе, если радиус Марса в 2 раза меньше, чем у Земли, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ м/с².

73. Санки съезжают с горки, образующей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом, и проходят некоторый путь по горизонтальной поверхности до остановки (см. рис. 53). Коэффициент трения одинаков на всём пути. Отношение силы трения, действующей на санки на участке BC , к силе трения, действующей на участке AB , равно...



Рис. 53

Ответ: _____.

74. Тело покоится на шероховатой наклонной плоскости. Угол наклонной плоскости постепенно увеличивают, и тело начинает скользить вниз при угле наклона плоскости к горизонту 45° . Чему равен коэффициент трения?

Ответ: _____.

75. При движении по горизонтальной поверхности на тело массой 20 кг действует сила трения скольжения 5 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 5 раз, если коэффициент трения не изменится?

Ответ: _____ Н.

76. Брусок массой $m = 10$ кг движется по горизонтальной поверхности стола под действием силы $F = 100$ Н, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. 54). Коэффициент трения скольжения равен $\mu = 0,1$. Чему равен модуль силы трения скольжения?

Ответ: _____ Н.

77. Чему равна максимальная сила трения покоя, действующая на человека массой 70 кг, бегущего по дороге, если коэффициент трения равен 0,5?

Ответ: _____ Н.

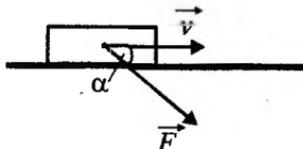


Рис. 54

78. Тело, движущееся по горизонтальной поверхности, заменили телом, изготовленным из того же материала, но в два раза большей массы. Во сколько раз при этом увеличится сила трения скольжения между телом и горизонтальной поверхностью?

Ответ: в _____ раз(-а).

79. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 2 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,3. При действии на тело горизонтальной силы, равной по модулю 4 Н, ускорение тела будет равно...

Ответ: _____ м/с².

80. В течение какого времени тормозил автомобиль, если он вначале имел скорость 16 м/с? Коэффициент трения равен 0,4.

Ответ: _____ с.

81. Какова может быть наибольшая масса доски, прижатой к вертикальной стене силой 250 Н, если она при этом не будет скользить вниз? Коэффициент трения доски о стену равен 0,2.

Ответ: _____ кг.

82. На рис. 55 приведены графики зависимости силы упругости от величины деформации тела. Какое тело имеет больший коэффициент жёсткости?

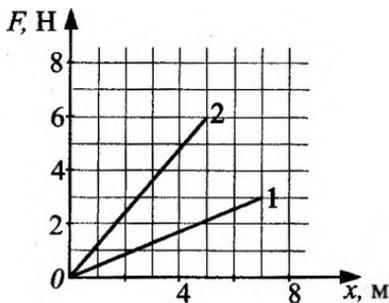


Рис. 55

Ответ: тело № _____.

83. На рис. 56 представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от значения её деформации. Чему равна жёсткость этой пружины?

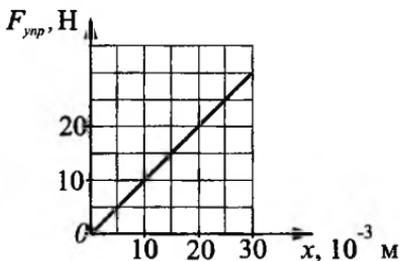


Рис. 56

Ответ: _____ Н/м.

84. Пружину жёсткостью 200 Н/м разрезали на две одинаковые части и соединили обе части параллельно. Какова стала жёсткость системы?

Ответ: _____ Н/м.

85. Какова жёсткость трёх одинаковых пружин, соединённых параллельно (см. рис. 57), если жёсткость одной пружины равна k ?

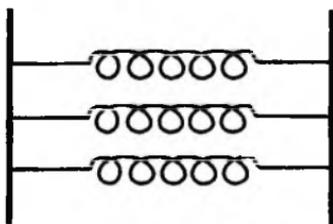


Рис. 57

Ответ: _____ · k .

86. На пружине подвешено тело, находящееся в поле тяжести Земли. Во сколько раз уменьшится сила натяжения пружины, если массу тела уменьшить на 10%? Ответ округлите до десятых.

Ответ: в _____ раз(-а).

87. Чему равна жёсткость системы, состоящей из двух соединённых параллельно пружин жёсткостью 2 кН/м каждая?

Ответ: _____ кН/м.

88. 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.

89. Две пружины растягиваются одинаковыми силами F . Жёсткость первой пружины в 2,5 раза больше жёсткости второй пружины. Чему равно отношение удлинений пружин x_2/x_1 ?

Ответ: _____.

90. Тело массой m висит на пружине жёсткостью k , удлиняя её на величину x_1 . Рядом на пружине жёсткостью $2k$ висит тело массой $3m$, удлиняя её на величину x_2 . Найдите, чему равно отношение x_2/x_1 .

Ответ: _____.

91. Металлический брусок массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности (см. рис. 58), коэффициент трения $\mu = 0,3$. С одной стороны брусок прикреплён к растянутой пружине. Сила упругости $F_{\text{упр}} = 1,5$ Н. Чему равна сила трения покоя?

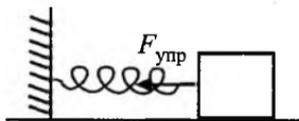


Рис. 58

Ответ: _____ Н.

1.8. Элементы содержания № 3.

Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии

92. Автомобиль массой 900 кг движется по прямолинейному участку шоссе со скоростью 72 км/ч. Импульс автомобиля равен...

Ответ: _____ $\frac{\text{кг} \cdot \text{км}}{\text{с}}$.

93. Тело движется по прямой, не меняя направления движения. Найдите модуль постоянной силы, если под её действием импульс тела изменился на $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ за 2 с.

Ответ: _____ Н.

94. Найдите изменение импульса тела массой 2 кг под действием постоянной силы 4 Н в течение 0,5 мин.

Ответ: _____ кг · м/с.

95. Тело массой m проходит половину окружности с постоянной по величине скоростью v . Изменение модуля вектора импульса тела равно...

Ответ: _____ кг · м/с.

96. Материальная точка массой 1,5 кг движется по окружности с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Каков модуль изменения импульса тела за время $T/6$, где T — период обращения точки по окружности?

Ответ: _____ кг · м/с.

97. Скорость автомобиля массой 1,5 т уменьшилась от 90 км/ч до 72 км/ч. Определите импульс силы, действующей на автомобиль.

Ответ: _____ Н · с.

98. Чему равно изменение импульса мяча массой 250 г, падающего вертикально на горизонтальную поверхность со скоростью 4 м/с, если его скорость сразу после удара стала равна 2 м/с?

Ответ: _____ кг · м/с.

99. На графике (см. рис. 59) изображена зависимость импульса материальной точки от времени. Сила, действующая на материальную точку, равна...

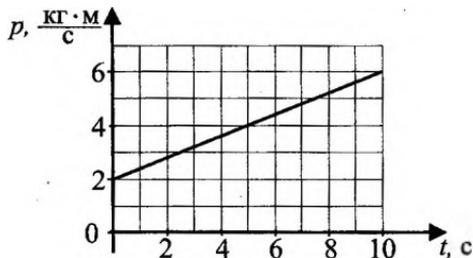


Рис. 59

Ответ: _____ Н.

100. На тело, начинающее движение из состояния покоя, в течение 5 с действует сила, равная 15 Н. Импульс тела в момент времени 3 с равен...

Ответ: _____ кг · м/с.

101. Система состоит из двух тел 1 и 2, массы которых равны 1 кг и 4 кг. На рис. 60 стрелками в заданном масштабе указаны скорости этих тел. Чему равен импульс всей системы по модулю?

Ответ: _____ кг · м/с.

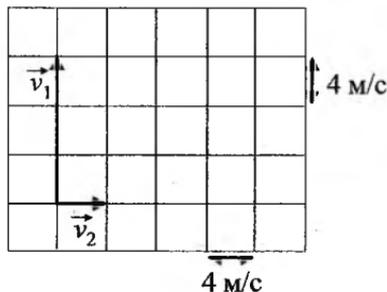


Рис. 60

102. Мяч массой 300 г, летевший вертикально, ударился о Землю и отскочил от неё без потери скорости. Скорость мяча непосредственно перед соударением была равна 1 м/с. Какой импульс получила Земля за время удара?

Ответ: _____ кг · м/с.

103. Тело массой 2 кг, движущееся под действием постоянной силы, равной 2 Н, в конце 5-й секунды приобретает скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела?

Ответ: _____ м/с.

104. Покоящаяся граната разорвалась на три одинаковых осколка, летящих с одинаковыми скоростями. Под каким углом друг к другу направлены скорости этих осколков?

Ответ: _____ °.

105. С какой скоростью будут двигаться шары равной массы после абсолютно неупругого удара, если до удара у них были скорости 3 м/с и 4 м/с, направленные во взаимно перпендикулярных направлениях?

Ответ: _____ м/с.

106. В тело массой $M = 1$ кг, лежащее на горизонтальной плоскости, попадает пуля массой $m = 100$ г, летящая со скоростью $v = 20$ м/с, и, пролетев через тело, продолжает двигаться со скоростью $u = 10$ м/с. Ранее неподвижное тело начинает двигаться со скоростью...

Ответ: _____ м/с.

107. Снаряд, летящий со скоростью 500 м/с, разорвался на два осколка массами соответственно 5 и 4 кг. Определите скорость второго осколка, если скорость первого осколка возросла на 200 м/с в направлении движения снаряда.

Ответ: _____ м/с.

108. Два тела массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 2$ кг, направления движения которых показаны на рис. 61, перед абсолютно неупругим ударом имеют скорости $V_1 = 2$ м/с и $V_2 = 4$ м/с. Найдите, чему будет равен модуль импульса системы после соударения.

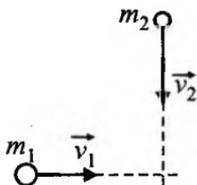


Рис. 61

Ответ: _____ кг · м/с.

109. Мальчик массой 27 кг, стоящий на гладком льду, бросает мяч в горизонтальном направлении. Масса мяча 0,9 кг. Скорость мяча при броске 15 м/с. Какова скорость мальчика после броска?

Ответ: _____ м/с.

110. Найдите, чему равно отношение масс большего тела к меньшему, если до абсолютного неупругого столкновения они двигались навстречу друг другу со скоростью 10 м/с каждое, а после — со скоростью 5 м/с.

Ответ: _____.

111. Мальчик массой 60 кг находится на тележке массой 60 кг, движущейся слева направо по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик прыгнет с неё в направлении первоначальной скорости тележки со скоростью 1,5 м/с относительно дороги?

Ответ: _____ м/с.

112. Тележка движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. На рис. 62 показан график изменения проекции импульса тележки с течением времени. Какой из приведённых ниже графиков (см. рис. 63) показывает изменение с течением времени проекции на ось Ox равнодействующих сил, действующих на эту тележку?

Ответ: _____.

113. Движущееся тело обладает кинетической энергией $E_K = 75$ Дж и импульсом $p = 50$ кг · м/с. Найдите, чему равна его скорость.

Ответ: _____ м/с.

114. Тело движется под действием силы, которая зависит от координаты тела так, как показано на рис. 64. Работа силы на пути 4 м равна...

Ответ: _____ Дж.

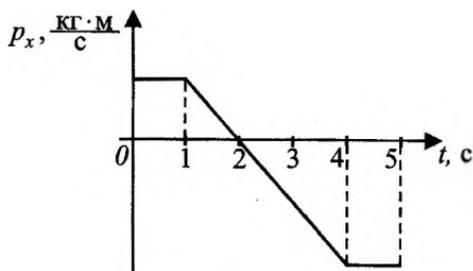


Рис. 62

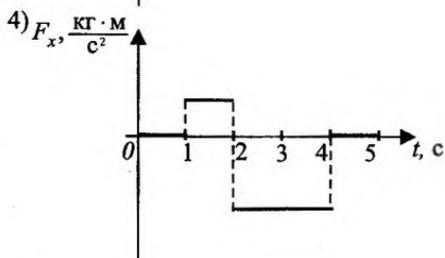
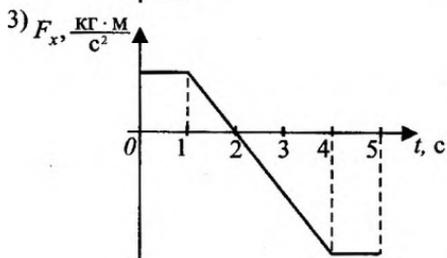
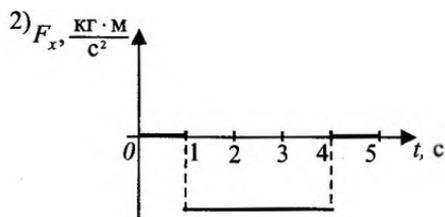
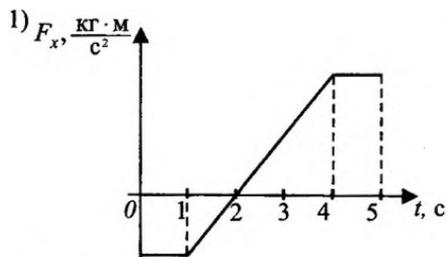


Рис. 63

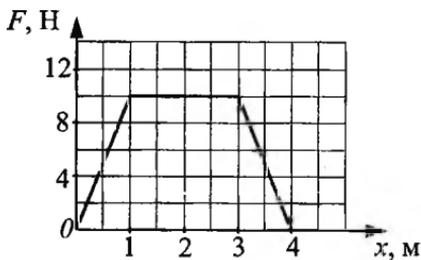


Рис. 64

115. Какую работу совершил двигатель автомобиля массой 2 т при его разгоне от 54 км/ч до 72 км/ч?

Ответ: _____ кДж.

116. Какую надо совершить работу, чтобы груз массой 20 кг поднять на высоту 1,5 м?

Ответ: _____ Дж.

117. Если для сжатия на 2 см буферной пружины железнодорожного вагона требуется сила 50 кН, то при её сжатии на 4 см будет произведена работа, равная...

Ответ: _____ кДж.

118. Изменение координаты тела массой 5 кг, движущегося по оси x , описывается формулой $x = 10 - 2t + t^2$, где t — время в секундах. Какова кинетическая энергия тела через 3 с после начала отсчёта времени?

Ответ: _____ Дж.

119. В какой точке от поверхности Земли кинетическая энергия тела, брошенного вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с, будет равна его потенциальной энергии?

Ответ: _____ м.

120. Тело массой 0,5 кг падает с высоты 20 м на наклонную плоскость с углом наклона 45° и упруго отражается от неё. Какой будет горизонтальная компонента скорости тела через 3 с после начала падения?

Ответ: _____ м/с.

121. Мячик массой 300 г падает с высоты 12 м с нулевой начальной скоростью. Какова кинетическая энергия мячика к моменту падения на землю, если потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 %?

Ответ: _____ Дж.

122. Свободно катящийся по горизонтальной поверхности мяч массой 0,5 кг уменьшил свою скорость с 10 м/с до 4 м/с. Чему равна работа силы трения?

Ответ: _____ Дж.

123. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом об абсолютно гладкую стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 40 Дж?

Ответ: _____ Дж.

124. Тело массой 20 кг падает на землю с высоты 10 м. При этом его скорость во время удара о землю равна 12 м/с. Чему равна работа силы тяжести?

Ответ: _____ Дж.

125. Небольшая шайба съезжает с горки, обладая на её вершине скоростью 1 м/с. У основания горки шайба приобретает скорость 5 м/с. Какова высота горки? Сила трения между шайбой и поверхностью горки пренебрежимо мала.

Ответ: _____ м.

126. Небольшая шайба массой 100 г съезжает с горки без начальной скорости. У основания горки шайба приобретает кинетическую энергию 1,6 Дж. Какова высота горки, если работа силы трения между шайбой и поверхностью горки составила 0,4 Дж?

Ответ: _____ м.

127. Автомобиль массой 1 т движется со скоростью 20 м/с по мосту, расположенному над поверхностью реки на высоте 15 м. Какова полная механическая энергия автомобиля относительно уровня воды в реке?

Ответ: _____ кДж.

128. Мяч массой 500 г, упав с высоты 1,5 м, после удара о землю подскочил на высоту 1,2 м. Каковы потери механической энергии мяча?

Ответ: _____ Дж.

129. Средняя мощность силы тяжести, действующей на тело массой 200 г, падающее с некоторой высоты, составляет 20 Вт. С какой высоты падало тело?

Ответ: _____ м.

130. Небольшое тело массой 200 г падает с высоты 10 м. Какова мгновенная мощность силы тяжести в середине траектории?

Ответ: _____ Вт.

131. Кусок льда массой 500 г упал без начальной скорости на землю с крыши высотой 5 м. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите среднюю мощность силы тяжести, действовавшей на тело во время падения.

Ответ: _____ Вт.

132. Тело массой 3 кг, двигаясь с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, приобрело скорость 2 м/с. Какую мощность развила сила, действующая на тело?

Ответ: _____ Вт.

1.9. Элементы содержания № 4.

Условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук

133. Какая из изображённых на рис. 65 сил создаёт относительно точки O наибольший момент? Длина стороны клетки 10 см.

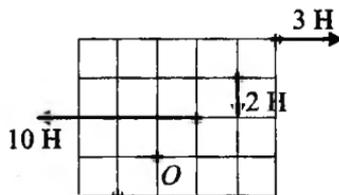


Рис. 65

Ответ: _____ Н.

134. Чему равна сумма моментов двух сил $F_1 = 1$ Н и $F_2 = 2$ Н, приложенных в точке A к диску радиусом 1 м (см. рис. 66), относительно центра диска?

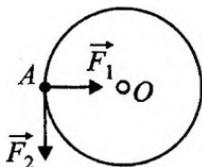


Рис. 66

Ответ: _____ Н · м.

135. Тело массой 10 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол 60° с горизонтом. Какова сила реакции опоры, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

136. Чему равен момент силы тяжести груза массой 40 кг, подвешенного на кронштейне ABC , относительно точки B , если $AB = 0,5$ м и угол $\alpha = 45^\circ$ (см. рис. 67)?

Ответ: _____ Н · м.

137. На одной чашке неравноплечных весов (см. рис. 68) находится гиря массой 100 г. Гирию какой массы нужно положить на вторую чашку, чтобы уравновесить весы?

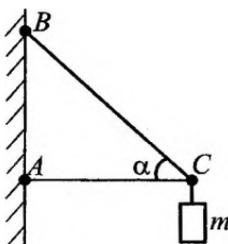


Рис. 67

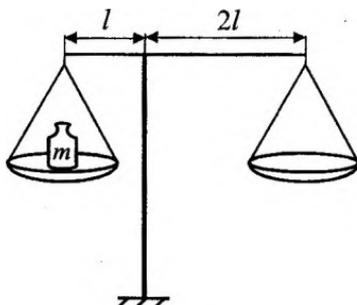


Рис. 68

Ответ: _____ г.

138. Куб массой 2 кг стоит на горизонтальной плоскости на одной из граней, как показано на рис. 69. Какую минимальную горизонтальную силу нужно приложить к верхнему ребру куба, чтобы перекинуть его через нижнее ребро?

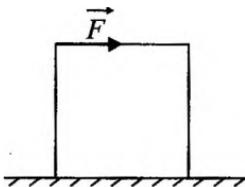


Рис. 69

Ответ: _____ Н.

139. К концам рычага приложены две силы $F_1 = 9$ Н и $F_2 = 3$ Н. Плечо первой силы равно 10 см. Найдите длину рычага. Рычаг находится в равновесии.

Ответ: _____ м.

140. Чему равна сила, которую надо приложить к рычагу в точке A , чтобы груз находился в равновесии (см. рис. 70)?

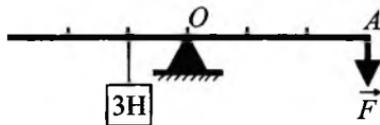


Рис. 70

Ответ: _____ Н.

141. Расстояние между двумя опорами 8 м. Если положить на эти опоры горизонтальную балку массой 100 кг и длиной 10 м так, чтобы 2 м балки выступали за левую опору, то какова будет сила давления балки на правую опору?

Ответ: _____ Н.

142. Чему равна сила, которую надо приложить к рычагу в точке A , чтобы груз находился в равновесии (см. рис. 71)? Рычаг невесом.

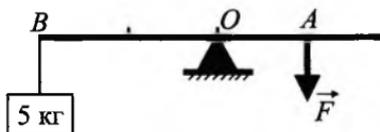


Рис. 71

Ответ: _____ Н.

143. Однородная балка массой 10 кг лежит на двух опорах (см. рис. 72). С какой силой балка давит на правую опору? Ответ округлите до целых.

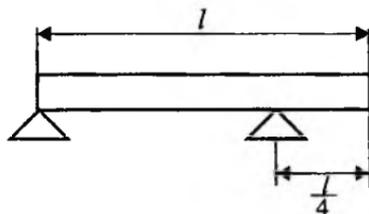


Рис. 72

Ответ: _____ Н.

144. Рельс длиной l поднимают на двух параллельных тросах (см. рис. 73). Каково отношение T_2/T_1 сил натяжения тросов, если один из них укреплен на конце рельса, а другой на расстоянии $l/4$ от другого конца?

Ответ: _____.

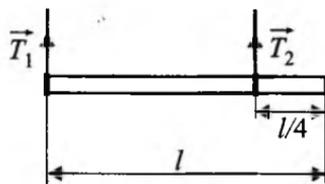


Рис. 73

145. Тело массой 0,3 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рис. 74). Найдите, какую силу F нужно приложить, чтобы система находилась в равновесии.

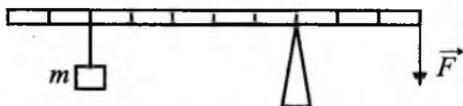


Рис. 74

Ответ: _____ Н.

146. С помощью каната, перекинутого через неподвижный блок, человек массой 70 кг удерживает на весу груз массой 20 кг. Какова сила давления человека на пол, если он удерживает канат под углом 60° к вертикали?

Ответ: _____ Н.

147. Тело массой 10 кг плавает в воде. Чему равен модуль выталкивающей силы, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

148. Вес груза в воздухе равен 2 Н. При опускании груза в воду на него действует сила Архимеда, равная 0,5 Н. Каков вес груза в воде?

Ответ: _____ Н.

149. Железный шарик объемом 3 см^3 имеет внутреннюю полость объемом 1 см^3 . Какая сила Архимеда действует на шарик при его полном погружении в керосин?

Ответ: _____ мН.

150. Однородный сосновый брусок площадью поперечного сечения $0,01 \text{ м}^2$ плавает на поверхности воды. Масса бруска 24 кг. Чему будет равна выталкивающая сила, действующая на брусок? Плотность сосны равна 400 кг/м^3 .

Ответ: _____ Н.

151. Еловое полено плавает в воде. Какая часть его объема находится под водой? Плотность ели равна 600 кг/м^3 , плотность воды — 1000 кг/м^3 .

Ответ: _____.

152. Деревянный кубик массой 3 кг плавает на поверхности воды. Объём кубика равен $0,009 \text{ м}^3$. Чему равна выталкивающая сила, действующая на кубик?

Ответ: _____ Н.

153. Яхта массой 2,4 т плавает по озеру. Определите объём подводной части яхты.

Ответ: _____ м^3 .

154. На алюминиевый шарик массой 270 г, удерживаемый в толще некоторой жидкости, действует выталкивающая сила 0,9 Н. Какова плотность жидкости?

Ответ: _____ $\text{кг}/\text{м}^3$.

155. Какая выталкивающая сила будет действовать на алюминиевый шарик массой 270 г, удерживаемый в толще керосина?

Ответ: _____ Н.

156. Тяжёлый куб со стороной a поднимают невесомым тросом со дна котлована глубиной $2a$, заполненного водой. Во сколько раз сила натяжения троса после того, как куб полностью окажется в воздухе, больше, чем сила натяжения троса, когда куб полностью в воде (см. рис. 75), если плотность материала, из которого сделан куб, в 3 раза больше плотности воды?

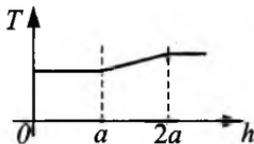


Рис. 75

Ответ: в _____ раз(-а).

157. Тяжёлый куб со стороной a опускают на невесомом тросе в заполненный водой котлован глубиной $2a$. Во сколько раз плотность материала, из которого сделан куб, больше плотности воды, если силы натяжения троса после того, как куб полностью окажется в воде, меньше, чем сила натяжения троса, когда куб полностью в воздухе, в 1,25 раза (см. рис. 76)?

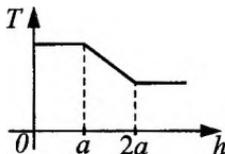


Рис. 76

Ответ: в _____ раз(-а).

158. На рис. 77 изображён график зависимости координаты колеблющейся материальной точки от времени. Какова амплитуда колебаний?

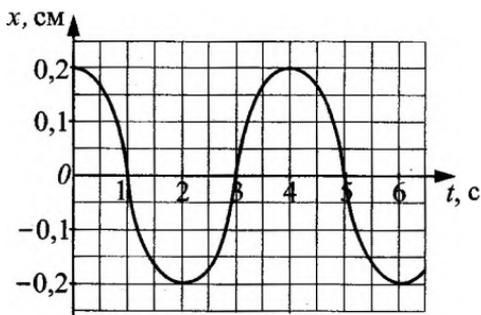


Рис. 77

Ответ: _____ см.

159. На рис. 77 изображён график зависимости координаты колеблющейся материальной точки от времени. Каков период колебаний?

Ответ: _____ с.

160. Математический маятник за 1 мин совершает 75 полных колебаний. Какова частота колебаний маятника?

Ответ: _____ Гц.

161. На графике, изображённом на рис. 78, представлено, как изменялась потенциальная энергия математического маятника с течением времени. Определите, чему равна кинетическая энергия маятника в момент времени $t = 3$ с.

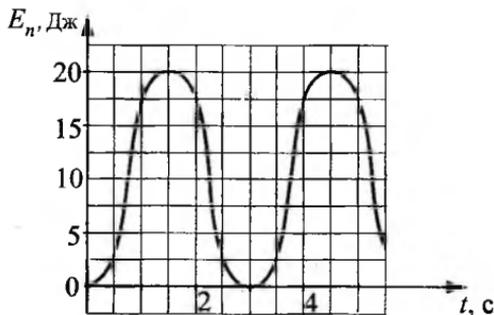


Рис. 78

Ответ: _____ Дж.

162. Тело колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси x . На рис. 79 показан график зависимости координаты этого тела от времени. Найдите, в какой точке (1, 2, 3 или 4) проекция скорости тела на ось x равна нулю.

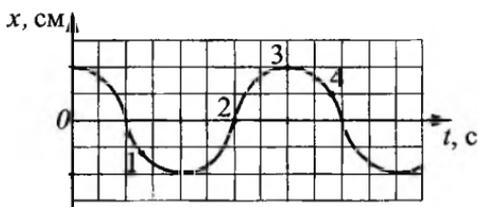


Рис. 79

Ответ: в точке _____.

163. Тело совершает гармонические колебания, которые описаны уравнением $x = 4 \cos(8t - \pi/4)$ см. Определите максимальную величину скорости тела.

Ответ: _____ м/с.

164. Шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости (см. рис. 80). Через какое время его кинетическая энергия в первый раз достигнет минимума, если период колебаний шарика 3 с?

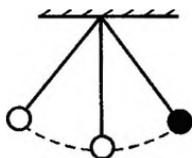


Рис. 80

Ответ: _____ с.

165. Используя график зависимости координаты колеблющейся точки от времени, приведённый на рис. 81, определите период колебаний.

Ответ: _____ с.

166. На рис. 82 изображена зависимость смещения колеблющегося груза на пружине от времени. Какова частота колебаний груза?

Ответ: _____ Гц.

167. Каков период колебаний груза на пружинке, если он из верхнего крайнего положения проходит путь до нижнего крайнего положения за 0,4 с?

Ответ: _____ с.

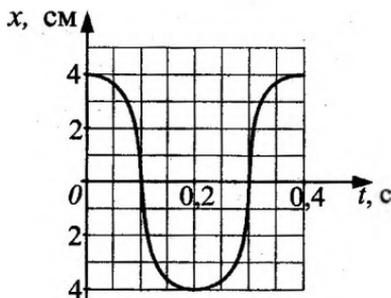


Рис. 81

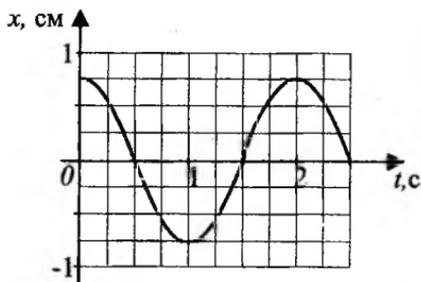


Рис. 82

168. Массу груза пружинного маятника увеличили в 4 раза. Во сколько раз увеличился период колебаний маятника?

Ответ: в _____ раз(-а).

169. Гири массой 2 кг подвешена на стальной пружине и совершает свободные колебания вдоль вертикально направленной оси Ox , координата x центра масс гири, выраженная в метрах, изменяется со временем по закону $x = 0,2 \sin 10t$. Чему равна кинетическая энергия гири в начальный момент времени?

Ответ: _____ Дж.

170. Груз, висящий на невесомой нерастяжимой нити, совершает в минуту 30 полных колебаний. Во сколько раз нужно увеличить длину нити, чтобы период колебаний стал равным 4 с?

Ответ: в _____ раз(-а).

171. При гармонических колебаниях пружинного маятника координата груза $x(t) = A \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0\right)$ изменяется с течением времени t , как показано на рис. 83. Найдите период колебаний T .

Ответ: _____ с.

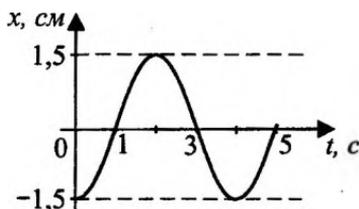


Рис. 83

172. Как увеличится частота малых колебаний математического маятника, если длину его нити уменьшить в 4 раза, а массу груза увеличить в 5 раз?

Ответ: в _____ раз(-а).

173. Какой длины нужно взять математический маятник, чтобы его циклическая частота равнялась 5 рад/с?

Ответ: _____ см.

174. Какова глубина морского дна, если сигнал от эхолота, посланный со скоростью 1500 м/с, вернулся через 6 с?

Ответ: _____ км.

175. Шарик массой 2 г колеблется на пружине жёсткостью $k = 200$ Н/м, при этом $x(t) = 0,001 \sin \omega t$. Какой будет скорость шарика в момент времени $t = \pi/3$ мс, если жёсткость пружины возрастёт в 10 раз?

Ответ: _____ м/с.

176. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 1,25 м. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

177. Определите кратчайшее расстояние между точками звуковой волны, колеблющимися в одной фазе, если частота волны равна 680 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с.

Ответ: _____ м.

178. Упругая волна переходит из среды, в которой её частота равна 100 Гц, в среду, в которой её скорость в 2 раза меньше. Чему при этом станет равна частота волны?

Ответ: _____ Гц.

179. На расстоянии 495 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 330 м/с. Округлите ответ с точностью до десятых.

Ответ: _____ с.

180. Длина упругой волны частотой 20 кГц в стали равна 25 см. Какова скорость распространения волны в данной среде?

Ответ: _____ км/с.

181. На каком расстоянии находится центр грозы от наблюдателя, если он услышал удар грома через 3 с после того, как увидел вспышку молнии? Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Ответ: _____ м.

1.10. Элементы содержания № 5.

Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)

182. Скорость движущегося тела меняется так, как показано на графике на рис. 84.

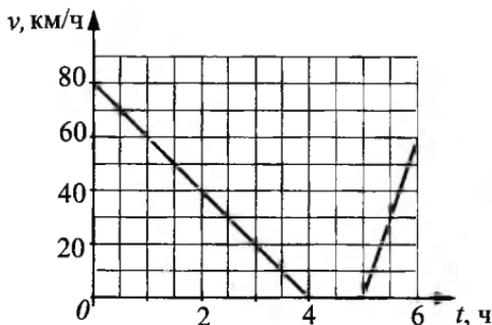


Рис. 84

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) В течение первых двух часов скорость тела уменьшалась.
- 2) В течение первых четырёх часов тело прошло путь 320 км.
- 3) Модуль ускорения тела с 5-го по 6-й час больше, чем за первые 3 часа.
- 4) Ускорение тела с 5-го по 6-й час увеличивается.
- 5) В течение первых двух часов тело прошло путь 160 км.

Ответ:

183. Два предмета уронили одновременно с балкона 5-го этажа. Проверилось предположение, что их скорость в падении будет меняться одинаково (ускорение будет одинаковым). На рис. 85 представлены графики изменения с течением времени координат первого и второго предметов относительно балкона.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

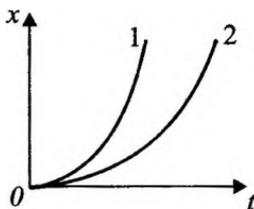


Рис. 85

- 1) Предмет 1 падает быстрее.
- 2) Подтверждается проверяемое предположение.
- 3) Предмет 2 падает быстрее.
- 4) Предмет 1 меньше предмета 2.
- 5) Проверяемое предположение не подтверждается экспериментально.

Ответ:

184. Ученик исследовал прямолинейное движение тележки (см. рис. 86). Трение между тележкой и поверхностью пренебрежимо мало. В результате эксперимента ученик получил график зависимости проекции скорости на некоторую ось от времени.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа графика.

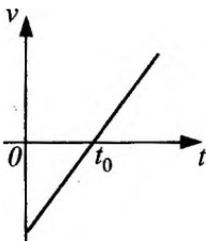


Рис. 86

- 1) Движение тележки равнопеременное.
- 2) Все силы, действующие на тележку во время движения, скомпенсированы.
- 3) Ускорение меняет своё направление в момент времени t_0 .
- 4) Скорость меняет своё направление в момент времени t_0 .
- 5) Ускорение меняется со временем.

Ответ:

185. На рис. 87 приведены графики движения трёх тел, движущихся вдоль оси x .

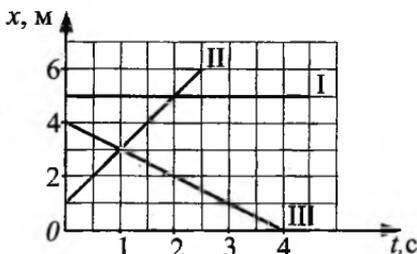


Рис. 87

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) Скорость движения третьего тела уменьшается.
- 2) Скорость движения второго тела увеличивается.
- 3) Уравнение движения второго тела имеет вид $x = 1 - 2t$.
- 4) Первое тело покоится.
- 5) Первое и второе тела встретятся в момент времени 1 с.

Ответ:

186. На рис. 88 представлена зависимость кинетической и потенциальной энергий от времени для тела, брошенного вертикально вверх.

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных на рисунке графиков.

- 1) Кинетической энергии соответствует график 2.
- 2) Полная энергия во время движения не сохраняется.
- 3) Скорость тела в момент времени 4 с равна нулю.
- 4) Максимальная потенциальная энергия равна 160 Дж.
- 5) Максимальная потенциальная энергия равна 80 Дж.

Ответ:

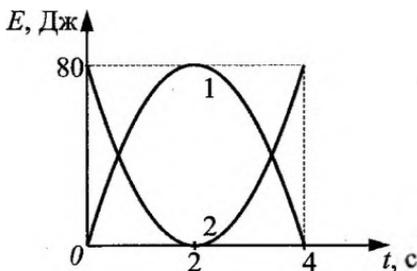


Рис. 88

187. На рис. 89 приведена зависимость проекции скорости движущегося тела от времени.

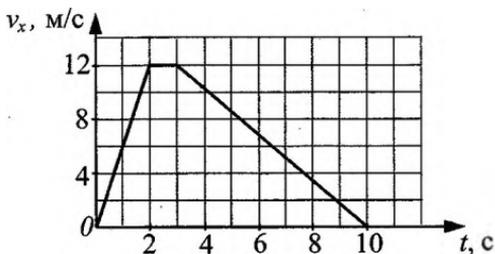


Рис. 89

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют данному графика.

- 1) Работа равнодействующей всех сил, действующих на тело в интервале времени от 4 с до 10 с, отрицательна.
- 2) Максимальная кинетическая энергия у тела была в момент времени 10 с.
- 3) Путь при торможении вдвое больше пути при ускорении тела.
- 4) В интервале времени от 4 с до 8 с кинетическая энергия тела уменьшилась в 3 раза.
- 5) За всё время движения тело прошло путь 66 м.

Ответ:

188. Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика x с течением времени t в инерциальной системе отсчёта показано на графике (см. рис. 90). О чём говорит этот график? Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Первые 2,5 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.

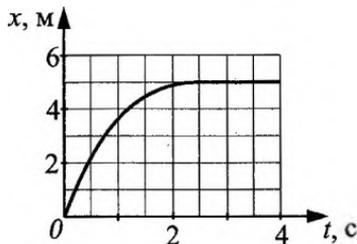


Рис. 90

- 2) Скорость шарика постоянно увеличивалась.
- 3) На шарик в интервале от 0 до 4 с действовала увеличивающаяся сила.
- 4) На шарик в интервале от 0 до 2,5 с действовала тормозящая сила.
- 5) Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.

Ответ:

189. Проанализировав график зависимости координаты колеблющегося тела от времени (см. рис. 91), выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения.

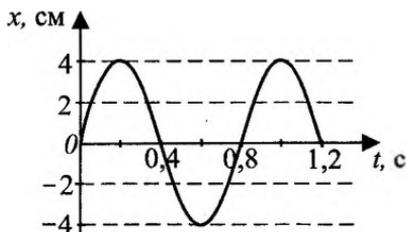


Рис. 91

- 1) Период колебаний тела равен 0,8 с.
- 2) Амплитуда колебаний равна 8 см.
- 3) Частота колебаний равна 25 Гц.
- 4) Амплитуда колебаний равна 4 см.
- 5) Период колебаний тела равен 0,4 с.

Ответ:

190. При увеличении длины нити подвеса математического маятника в 3 раза и начальном отклонении груза на прежнюю высоту...

Выберите **два** верных утверждения из приведённого ниже списка.

- 1) Период маятника увеличится в 3 раза.
- 2) Период маятника уменьшится в 3 раза.
- 3) Период маятника увеличится в 1,73 раза.
- 4) Период маятника уменьшится в 1,73 раза.
- 5) Сила натяжения нити подвеса в положении равновесия уменьшится.

Ответ:

191. На рис. 92 приведена зависимость скорости движущегося тела от времени.

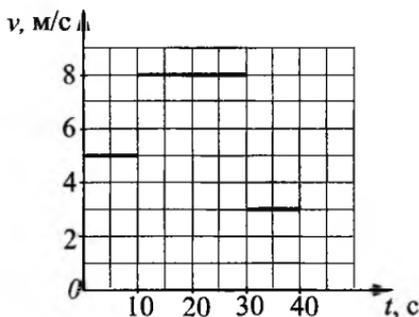


Рис. 92

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) Средняя скорость движущегося тела равна 5,3 м/с.
- 2) Путь, пройденный телом в интервале времени от 10 с до 30 с, в 1,5 раза меньше всего пути.
- 3) Средняя скорость движущегося тела на всём пути равна 6 м/с.
- 4) В интервале времени от 30 с до 40 с тело двигалось равноускоренно.
- 5) Средняя скорость тела в интервале времени от 10 с до 40 с составляет 5,5 м/с.

Ответ:

192. Автомобиль движется по прямой улице. На графике (см. рис. 93) представлена зависимость скорости автомобиля от времени.

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) Работа равнодействующей всех сил, приложенных к автомобилю, на протяжении всего пути была положительна.

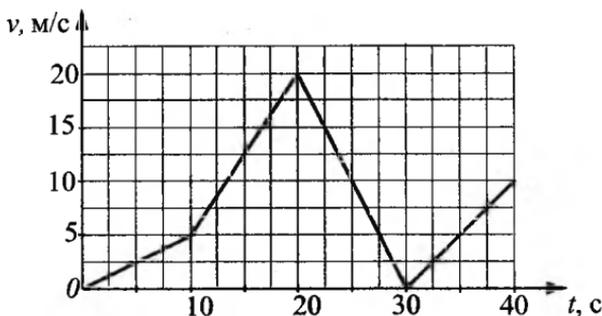


Рис. 93

- 2) Работа равнодействующей всех сил, приложенных к автомобилю, в интервале времени от 20 с до 30 с была отрицательна.
- 3) Самое большое по модулю ускорение автомобиль развил от 10 с до 20 с.
- 4) В интервале времени от 20 с до 25 с кинетическая энергия тела уменьшилась в 4 раза.
- 5) В момент времени 20 с автомобиль повернул в обратную сторону.

Ответ:

193. Ученик исследовал зависимость длины упругой пружины от приложенной к ней силы и получил следующие данные.

l , см	10	11	12	13	14	15
F , Н	0	2	4	6	7	8

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

- 1) Закон Гука для данной пружины справедлив для первых четырёх измерений.
- 2) Закон Гука для данной пружины справедлив для последних трёх измерений.
- 3) Закон Гука для этой пружины не выполняется.
- 4) Жёсткость пружины равна примерно 200 Н/м.
- 5) Жёсткость пружины равна примерно 2 Н/м.

Ответ:

194. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рис. 94.

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

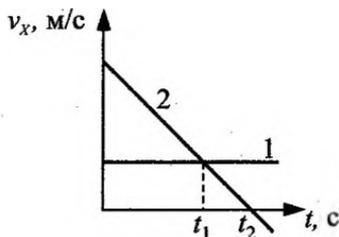


Рис. 94

- 1) Тело 1 покоится, тело 2 движется равноускоренно.
- 2) Проекция ускорения на ось Ox тела 2 положительна.
- 3) Модуль скорости тела 2 уменьшался в течение промежутка времени от 0 до t_2 и увеличивался в моменты времени, большие t_2 .
- 4) К моменту времени t_1 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.
- 5) В момент времени t_1 тела 1 и 2 имели одинаковые скорости.

Ответ:

195. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рис. 95.

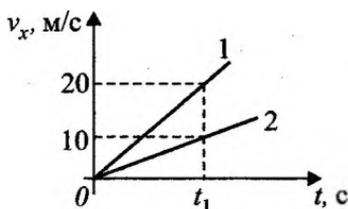


Рис. 95

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) Проекция ускорения на ось Ox тела 1 отрицательна, а тела 2 положительна.
- 2) Проекция ускорения на ось Ox обоих тел положительна.
- 3) Модуль ускорения тела 1 меньше модуля ускорения тела 2.
- 4) К моменту времени t_1 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.
- 5) В момент времени t_1 ускорение тела 1 в 2 раза больше ускорения тела 2.

Ответ:

196. Тело тянут по горизонтальной плоскости с постоянной увеличивающейся горизонтально направленной силой F . На рис. 96 приведён график зависимости ускорения, приобретаемого телом, от величины этой силы.

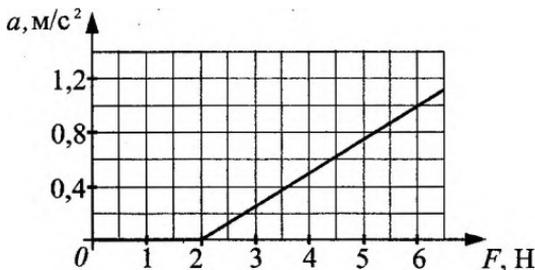


Рис. 96

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

- 1) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело движется равномерно.
- 2) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело движется равноускоренно.
- 3) В интервале величины силы от 0 Н до 2 Н тело покоится.
- 4) В интервале величины силы от 2 Н до 6 Н тело движется равномерно.
- 5) Максимальная сила трения покоя, действующая на тело, равна 2 Н.

Ответ:

197. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости координаты этих тел от времени представлены на рис. 97.

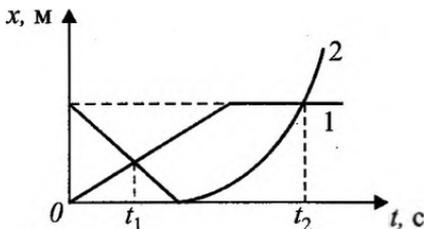


Рис. 97

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) В момент времени t_1 тело 2 двигалось с большей по модулю скоростью.
- 2) К моменту времени t_1 тело 1 прошло больший путь.
- 3) В момент времени t_2 тела имели одинаковые по модулю скорости.
- 4) В интервале времени от 0 до t_1 оба тела двигались равномерно.
- 5) В интервале времени от 0 до t_2 оба тела двигались в одном направлении.

Ответ:

198. Два тела движутся вдоль оси Ox . Графики зависимости проекции скорости движения этих тел от времени представлены на рис. 98.

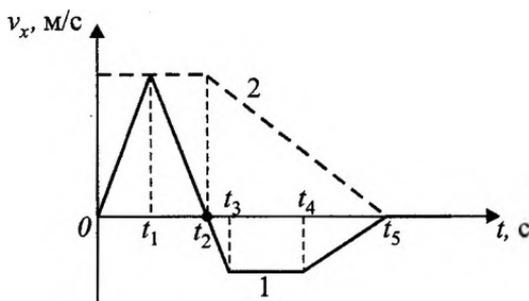


Рис. 98

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) В интервале времени от 0 до t_3 тело 2 покоится.
- 2) К моменту времени t_2 тела 1 и 2 прошли одинаковый путь.
- 3) В интервале времени от t_3 до t_4 проекция ускорения a_x тела 1 отрицательна.
- 4) В интервале времени от t_3 до t_4 тело 2 движется равнозамедленно.
- 5) В момент времени t_5 тело 1 останавливается.

Ответ:

199. Координата колеблющегося тела меняется так, как показано на графике на рис. 99.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) Период колебаний тела равен 1 с.
- 2) Амплитуда колебаний скорости равна 8 см/с.
- 3) Частота колебаний равна 1,25 Гц.

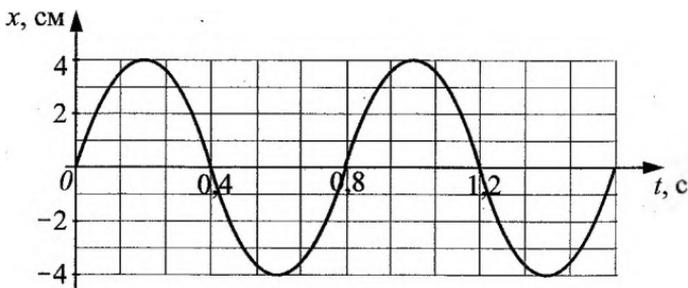


Рис. 99

- 4) Амплитуда колебаний скорости равна 31,4 см/с.
 5) Период колебаний равен 0,4 с.

Ответ:

200. В кубический аквариум с размером стороны 1 м до краёв налита вода. Выберите два верных утверждения.

- 1) Давление на дно равно 10^4 Па.
- 2) Давление на дно равно 10^3 Па.
- 3) Сила давления на дно равна 10^3 Н.
- 4) Давление воды на стенки у дна равно 10^4 Па.
- 5) Давление воды на стенки у дна равно нулю.

Ответ:

201. Тело движется под действием внешней изменяющейся силы. На рис. 100 представлен график зависимости скорости тела от времени. Масса тела равна 2 кг. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и запишите их номера.

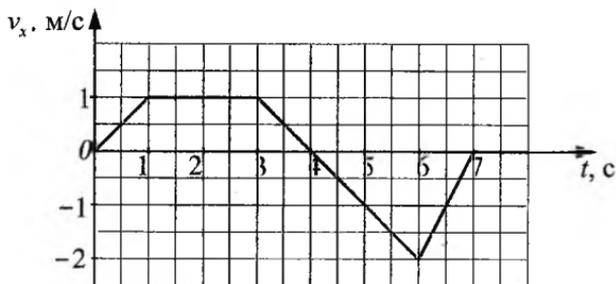


Рис. 100

- 1) Перемещение тела за первые 7 с равно нулю.
- 2) Пройденный путь в период 0–4 с положителен, а в период от 4 до 7 с отрицателен.
- 3) В период 0–4 с тело движется вдоль оси x , а в период от 4 до 7 с — против оси.
- 4) Средняя путевая скорость за период от 0 до 7 с равна нулю.
- 5) Тело в период от 4 до 7 с не движется.

Ответ:

202. В таблице приведены результаты измерения силы сопротивления движению тела в жидкости в зависимости от скорости тела. Как зависит сила сопротивления от скорости? Выберите **два** верных утверждения на основании приведённой таблицы.

V , м/с	3	5	7	10
F , Н	500	1300	2720	5550

- 1) Увеличивается пропорционально первой степени скорости.
- 2) Увеличивается пропорционально квадрату скорости.
- 3) Не зависит от скорости.
- 4) С ростом скорости сила сопротивления увеличивается.
- 5) С ростом скорости сила сопротивления уменьшается.

Ответ:

203. Алюминиевое тело массой 54 кг полностью погружено в воду. Выберите **два** верных утверждения.

- 1) После погружения масса тела уменьшилась.
- 2) Выталкивающая сила, действующая на тело, равна 200 Н.
- 3) Объём тела равен 20 дм^3 .
- 4) Объём тела равен 2 дм^3 .
- 5) Выталкивающая сила, действующая на тело, равна 20 Н.

Ответ:

204. На рис. 101 показан график проекции скорости мотоциклиста, движущегося вдоль оси x .

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют данным графика, и укажите их номера.

- 1) На участке BN мотоциклист двигался в отрицательном направлении оси x .
- 2) Путь, пройденный мотоциклистом за первые 2 с движения, равен 4 м.

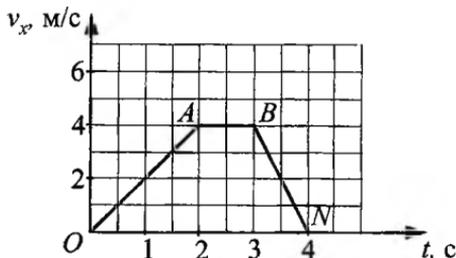


Рис. 101

- 3) На участке AB мотоциклист стоял.
- 4) На участке OA мотоциклист двигался равномерно.
- 5) На участке OA ускорение мотоциклиста составило 2 м/с^2 .

Ответ:

205. На наклонной плоскости с углом наклона 30° находится брусок массой 1 кг . Брусок могут перемещать вверх при помощи динамометра, расположенного параллельно наклонной плоскости. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен $0,2$. В таблице приведены значения скорости в определённые моменты времени. Выберите два верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

$t, \text{ с}$	1	2	3	4	5
$v_x, \text{ м/с}$	0	0	1	1	1

- 1) Сила трения, действующая на брусок в момент времени 4 с , равна $1,73 \text{ Н}$.
- 2) Показание динамометра при равномерном подъёме бруска в момент времени 5 с равно $1,73 \text{ Н}$.
- 3) Сила трения, действующая на брусок в момент времени 4 с , меньше, чем в момент времени 5 с .
- 4) Сила трения в течение всего времени наблюдения не изменяется.
- 5) Сила трения, действующая на брусок в момент времени 1 с , меньше, чем в момент времени 5 с .

Ответ:

206. На рис. 102 представлена зависимость пути, пройденного телом массой 1 кг , от времени. В момент времени $t = 0$ тело покоилось.

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения.

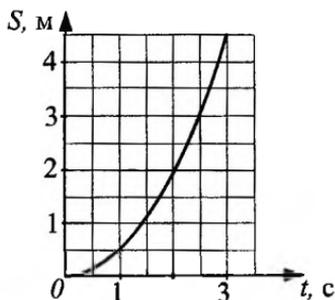


Рис. 102

- 1) Скорость тела равна 1 м/с.
- 2) Путь, пройденный телом за 2,5 с, равен 3 м.
- 3) Ускорение тела равно 2 м/с².
- 4) Изменение импульса тела за 3 с равно 3 кг · м/с.
- 5) Равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю.

Ответ:

207. Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рис. 103 представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t . Выберите два верных утверждения на основании данных представленного графика.

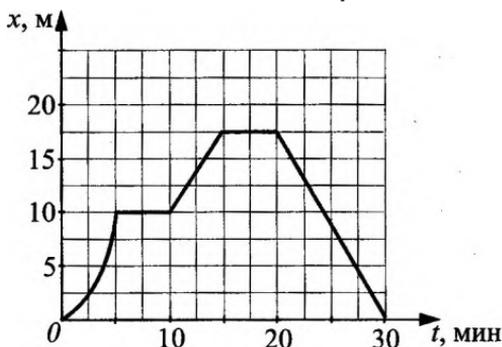


Рис. 103

- 1) Через полчаса тело вернулось в первоначальную точку.
- 2) Первые пять минут тело двигалось равномерно.
- 3) С 10-й по 15-ю минуты тело прошло 10 м.
- 4) За полчаса движения было сделано 2 одинаковых по длительности остановки.
- 5) С 20-й по 30-ю минуты тело двигалось со скоростью 1,5 м/мин.

Ответ:

208. На рис. 104 представлен график зависимости потенциальной энергии математического маятника, совершающего гармонические колебания, от времени. Потенциальная энергия отсчитывалась от положения равновесия. Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

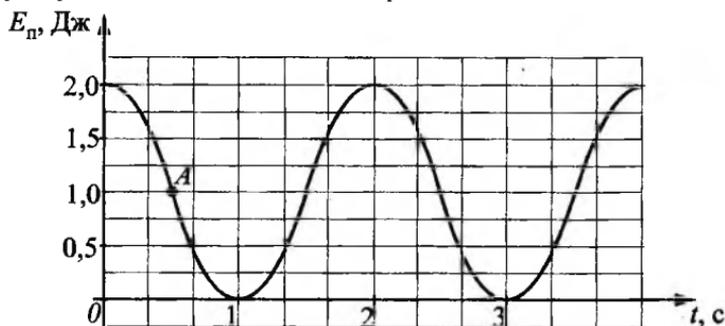


Рис. 104

- 1) Период колебаний маятника составляет 2 с.
- 2) В момент времени, соответствующий на графике точке A, кинетическая энергия маятника равна 1,5 Дж.
- 3) Полная энергия маятника в момент времени $t = 1$ с равна 2 Дж.
- 4) Маятник совершает затухающие колебания.
- 5) В момент времени $t = 1,5$ с кинетическая энергия маятника равна его потенциальной энергии.

Ответ:

209. В таблице представлены значения смещения груза из положения равновесия с течением времени при свободных гармонических колебаниях пружинного маятника.

$t, \text{ с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$\Delta x, \text{ см}$	0	5	10	5	0	-5	-10	-5	0

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

- 1) Период колебаний равен 16 с.
- 2) Период колебаний равен 8 с.
- 3) Путь, пройденный грузом за 160 с, равен 10 см.
- 4) Путь, пройденный грузом за 160 с, равен 4 м.
- 5) Амплитуда колебаний равна 5 см.

Ответ:

210. Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рис. 105 представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t . Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

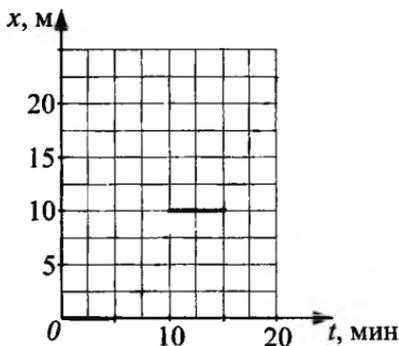


Рис. 105

- 1) Тело двигалось равноускоренно с 10-й по 15-ю минуту.
- 2) Первые пять минут тело покоилось.
- 3) С 10-й по 15-ю минуту тело двигалось с постоянной скоростью 10 м/мин.
- 4) С 15-й по 20-ю минуту тело двигалось с постоянной скоростью 2,5 м/мин.
- 5) С 5-й по 10-ю минуту тело двигалось равноускоренно с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ:

211. На рис. 106 представлена зависимость скорости движения материальной точки от времени.

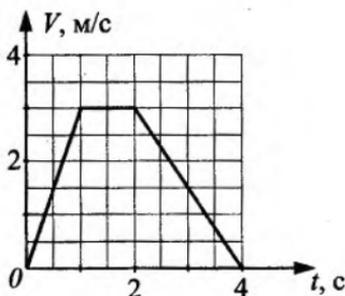


Рис. 106

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Модули сил, действующих на точку в интервалах 0–1 с и 2–4 с, равны.
- 2) Модуль ускорения в промежутке 2–4 с равен $1,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Движение в промежутке 1–2 с равноускоренное.
- 4) Путь, пройденный точкой, равен 7,5 м.
- 5) Путь, пройденный точкой, равен 12 м.

Ответ:

212. Тело массой 30 кг движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. График зависимости проекции скорости v_x этого тела на ось Ox от времени t представлен на рис. 107.

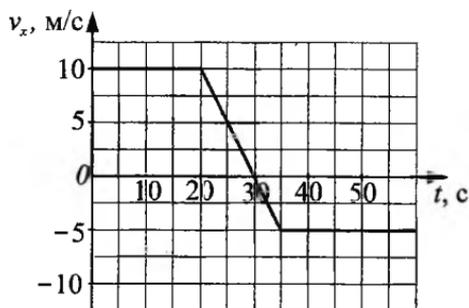


Рис. 107

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

- 1) В течение первых 20 секунд и последних 25 секунд тело двигалось равномерно.
- 2) Ускорение тела в промежутке времени от 20 до 30 секунд больше ускорения тела в промежутке времени от 30 до 35 секунд.
- 3) В промежутке времени от 25 до 35 секунд перемещение тела равно 25 м.
- 4) В промежутке времени от 30 до 35 секунд импульс тела уменьшился на $75 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.
- 5) В промежутке времени от 20 до 25 секунд кинетическая энергия тела уменьшилась в 4 раза.

Ответ:

1.11. Элементы содержания № 6.

Механика (изменение физических величин в процессах)

213. На вращающейся платформе в точке А стоит человек, как показано на рис. 108. Как изменятся линейная скорость его вращения и центростремительная сила, действующая на него при переходе из точки А в точку Б?

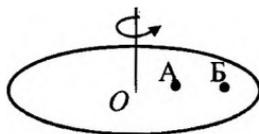


Рис. 108

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.

Линейная скорость	Центростремительная сила

214. Нитяной маятник с грузом массой m и длиной нити l совершает колебания с периодом T_0 . Как изменятся период и частота, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить длину нити?

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	Частота

215. Тело брошено вертикально вверх. Как изменятся максимальная высота подъёма и время движения, если массу тела увеличить? Сопротивлением воздуха пренебречь.

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 подъёма	Время движения

216. Деревянный брусок скользит с доски, образующей некоторый угол с горизонтом. Как изменятся скорость бруска у основания доски и пройденный бруском путь, если увеличить угол наклона доски? Трением на доске пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость	Путь

217. При изучении гармонических колебаний груз на пружине заменили на другой, масса которого поменьше. Как при этом изменятся период колебаний и максимальная скорость груза при той же амплитуде колебаний?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	Максимальная скорость

218. Спортсмен стреляет из лука, запуская стрелу сначала под углом 30° , а потом под углом 45° к горизонту. Как изменятся в этих случаях время полёта стрелы и максимальная высота подъёма, если считать, что начальная скорость стрелы одинакова? Соппротивлением воздуха пренебречь.

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.

Время полёта стрелы	Максимальная высота подъёма

219. Автомобиль массой m , имеющий некоторую начальную скорость v_0 , начинает тормозить и останавливается, пройдя расстояние S . Как изменятся тормозной путь и сила трения, действующая на автомобиль, если коэффициент трения увеличить?

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.

Тормозной путь	Сила трения

220. Тело движется по окружности с постоянным периодом обращения. Как изменятся радиус окружности и центростремительное ускорение тела, если уменьшится скорость тела, а период обращения останется неизменным?

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	Центростремительное ускорение

221. Маленький мяч свободно падает с некоторой высоты. Как изменятся скорость мяча в момент его падения на землю и время полёта, если его заменить бóльшим мячом? Спротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость	Время полёта

222. На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся действующая на него сила Архимеда и глубина погружения, если воду подсолить?

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	Глубина погружения бруска

223. Для изучения движения тела, брошенного горизонтально, с балкона несколько раз бросают мяч, увеличивая его начальную скорость. Как при этом будут изменяться время падения мяча и его скорость в момент удара о землю?

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.

Время падения	Скорость в момент удара о землю

224. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением тело. Как изменятся время движения и сила трения, действующая на тело, если угол наклона поверхности к горизонту увеличить, оставив первоначальную высоту соскальзывания 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.

Время движения	Сила трения

225. На пружине жёсткостью k подвешен груз массой m , который совершает гармонические колебания. Как изменятся период и частота колебаний при уменьшении массы груза?

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	Частота колебаний

226. Груз совершает колебания на пружине. Как изменятся полная энергия системы и кинетическая энергия груза в точке максимального сжатия пружины, если первоначальное растяжение пружины увеличить?

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.

Полная энергия системы	Кинетическая энергия груза в точке максимального сжатия пружины

227. Материальная точка движется по окружности. Что произойдёт с частотой обращения и центростремительным ускорением точки при увеличении линейной скорости движения в 3 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.

Частота обращения	Центростремительное ускорение

228. Автомобиль едет по выпуклому мосту с постоянной по модулю скоростью. Как изменятся равнодействующая сил и ускорение автомобиля, если скорость автомобиля увеличить?

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.

Равнодействующая сил	Ускорение

229. Качели отклонили от положения равновесия на некоторый угол. Как при достижении положения равновесия изменяются потенциальная и полная энергия тела?

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	Полная энергия

230. Тело бросили с некоторой высоты вертикально вниз. Как при этом изменяются скорость тела и сила тяжести, действующая на тело?

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 тела	Сила тяжести, действующая на тело

231. Массу груза математического маятника увеличили, придав новому маятнику ту же начальную скорость, что и предыдущему. Как изменятся в результате этого максимальная потенциальная энергия маятника и его максимальная кинетическая энергия?

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 потенциальная энергия	Максимальная кинетическая энергия

232. По дороге равномерно катится колесо. Как изменятся центростремительное ускорение и скорость верхней точки обода колеса, если это колесо заменить на колесо большего радиуса и катить его с той же линейной скоростью?

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.

Центростремительное ускорение	Скорость верхней точки обода

233. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением тело. Как изменятся время движения и ускорение тела, если массу тела увеличить в два 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.

Время движения	Ускорение

234. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника планеты уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода радиус орбиты спутника и период обращения вокруг планеты?

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	Период обращения вокруг планеты

235. Шарик массой m брошен с Земли со скоростью v_0 под углом α_0 к горизонту (см. рис. 109).

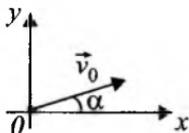


Рис. 109

Как изменятся высота подъёма и дальность полёта шарика, если во время движения на шарик будет действовать встречный ветер с горизонтальной силой F ? Шарик продолжает двигаться вдоль оси x .

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.

Высота подъёма	Дальность полёта

236. Тело движется по окружности с постоянным центростремительным ускорением. Как изменятся скорость и период обращения тела, если радиус окружности уменьшится, а ускорение останется неизменным?

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	Период обращения

237. Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что произойдёт с его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? 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.

Ускорение камня	Полная механическая энергия

238. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рис. 110). Как изменятся время движения и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $\frac{1}{3}m$?

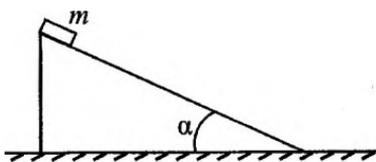


Рис. 110

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.

Время движения	Сила трения

239. Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3 (см. рис. 111). Как меняются потенциальная энергия пружины маятника и модуль скорости груза при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?

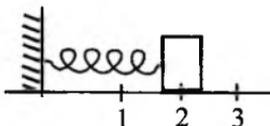


Рис. 111

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 пружины	Модуль скорости груза

240. Груз массой m колеблется с периодом T и амплитудой A на гладком горизонтальном столе. Что произойдёт с периодом колебаний и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?



Рис. 112

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	Максимальная потенциальная энергия

241. Сани скатываются с ледяной горки, расположенной под углом 30° к горизонту. Как изменятся ускорение санок и сила трения, если на санки сядет человек?

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	Сила трения

242. Пружинный маятник совершает малые колебания. Что произойдёт с его периодом и максимальной кинетической энергией, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить массу груза, подвешенного на пружине?

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	Максимальная кинетическая энергия

243. Шарик массой m , брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время полёта пролетел в горизонтальном направлении расстояние S . В другом опыте уже бросают горизонтально с высоты H

мячик массой $2m$ с начальной скоростью $v_0/2$. Что произойдёт с дальностью полёта и ускорением шарика?

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	Ускорение шарика

244. Пружинный маятник совершает малые колебания. Что произойдёт с его периодом и максимальной кинетической энергией, если при неизменной массе груза и амплитуде колебаний укоротить пружину?

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	Максимальная кинетическая энергия

245. Математический маятник совершает малые колебания. Что произойдёт с его периодом колебаний и максимальной кинетической энергией, если при неизменной массе груза и амплитуде колебаний укоротить нить?

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	Максимальная кинетическая энергия

1.12. Элементы содержания № 7.

Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами)

246. Тело движется прямолинейно. Координата тела изменяется по закону $x = 20 - 3t^2$, где все величины приведены в СИ. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

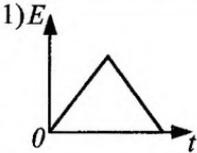
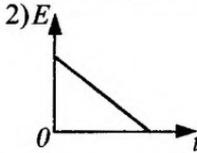
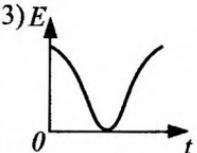
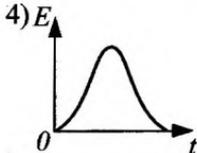
Физические величины	Их значения (в СИ)
А) модуль начальной скорости тела	1) 20
Б) модуль ускорения тела	2) 0
	3) 3
	4) 6
	5) 1,5

Ответ:

А	Б

247. Тело бросили вертикально вверх. 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.

Физические величины	Графики
А) кинетическая энергия тела	1) 
Б) потенциальная энергия тела	2) 
	3) 
	4) 

Ответ:

А	Б

248. 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	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

249. Небольшое тело в момент времени $t = 0$ начинает скользить с вершины наклонной плоскости без трения, как показано на рис. 113. Графики А и Б отражают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение тела. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

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

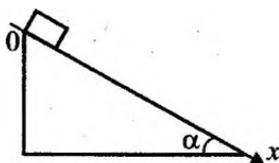


Рис. 113

Графики	Физические величины
	1) кинетическая энергия 2) потенциальная энергия 3) проекция импульса на ось Ox 4) проекция ускорения на ось Ox

Ответ:

А	Б

250. Мяч бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта.

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

Физические величины	Формулы
А) время полёта мяча	1) $\frac{2v_0 \cos \alpha}{g}$
Б) максимальная дальность полёта	2) $\frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
	3) $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
	4) $\frac{v_0^2 \cos 2\alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

251. На рис. 114 приведён график зависимости модуля скорости материальной точки от времени. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, которые, используя данные графика, можно рассчитать.

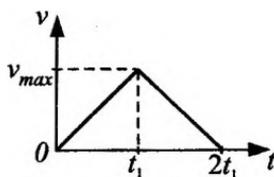


Рис. 114

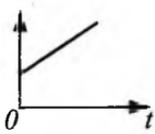
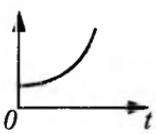
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) пройденный путь в промежутке времени от 0 до t_1	1) $\frac{1}{2}v_{\max}t_1$ 2) $2v_{\max}t_1$
Б) модуль ускорения в промежутке времени от 0 до t_1	3) $\frac{v_{\max}}{t_1}$ 4) $\frac{v_{\max}}{2t_1}$

Ответ:

А	Б

252. Тело лежит на горизонтальном диске, вращающемся вокруг его вертикальной оси. Угловая скорость вращения диска линейно увеличивается со временем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) линейная скорость тела 2) центростремительное ускорение тела 3) потенциальная энергия тела в поле тяжести

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

Ответ:

А	Б

253. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

Физические величины	Формулы
А) сила упругости	1) ρgV
Б) сила Архимеда	2) mg
	3) $-kx$
	4) mgh

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

Ответ:

А	Б

254. На рис. 115 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.

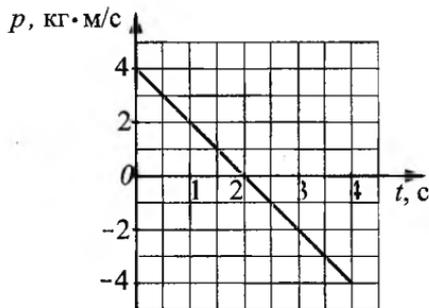


Рис. 115

Графики	Физические величины
<p>А)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) модуль силы, действующей на тело 2) проекция на координатную ось ускорения тела 3) проекция на координатную ось скорости тела 4) кинетическая энергия тела
<p>Б)</p>	

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

Ответ:

А	Б

255. Груз массой m , подвешенный на длинной невесомой нити длиной l , отводят от положения равновесия на небольшой угол α и отпускают. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, позволяющими эти величины рассчитать.

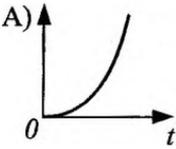
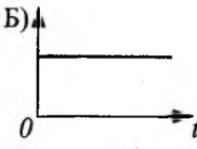
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) циклическая частота колебаний	1) $mgl \cos \alpha$
Б) максимальная кинетическая энергия груза	2) $mgl(1 - \cos \alpha)$
	3) $\sqrt{\frac{g}{l}}$
	4) $\sqrt{\frac{l}{g}}$

Ответ:

А	Б

256. Школьник изучает баллистическое движение и строит графики описывающих его величин. Установите соответствие между построенными графиками и величинами, соответствующими этим графикам.

Графики	Физические величины
	1) кинетическая энергия
	2) потенциальная энергия
	3) горизонтальная составляющая скорости
	4) вертикальная составляющая скорости

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

Ответ:

А	Б

257. Установите соответствие между физической величиной и её выражением через основные единицы СИ.

Физические величины	Выражение в СИ
А) сила	1) $\frac{\text{М}}{\text{с}^2}$
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

258. Шарик на нити отклонили от положения равновесия и в момент времени $t = 0$ отпустили из состояния покоя (см. рис. 116). На графиках А и Б изображено изменение физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

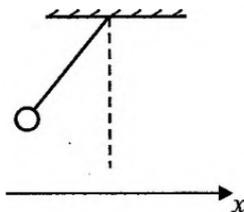
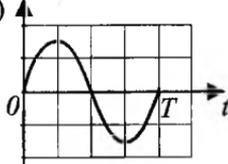
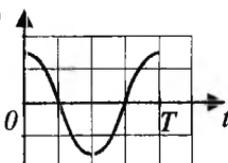


Рис. 116

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"> 1) потенциальная энергия E_n 2) проекция импульса p_x 3) координата x 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

259. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. R — радиус окружности, m — масса 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) центростремительное ускорение	1) $\frac{mV^2}{R}$
Б) центростремительная сила	2) $\frac{mV^2}{2}$ 3) $\frac{V^2}{R}$ 4) $\frac{V^2}{2}$

Ответ:

А	Б

260. Брусok массой m скатывается с наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, проходя путь s . Начальная скорость тела равна нулю, коэффициент трения между брусokом и плоскостью равен μ . 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 силы реакции опоры	1) $mg \sin \alpha$
Б) модуль работы силы тяжести при движении бруска по наклонной плоскости	2) $mg \cos \alpha$
	3) $Smg \sin \alpha$
	4) $Smg \cos \alpha$
	5) 0

Ответ:

А	Б

261. Тело, движущееся по окружности радиусом R , имеет кинетическую энергию E и угловую скорость ω . 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) масса тела	1) $\frac{2E}{\omega^2 R^2}$
Б) импульс тела	2) $2E\omega R$
	3) $\frac{2E}{\omega R}$
	4) $2E\omega^2 R^2$

Ответ:

А	Б

262. Два пластилиновых шарика массами m и $2m$ находятся на гладком горизонтальном столе. Первый из них движется ко второму со скоростью v , а второй покоится относительно стола. Укажите формулы, по которым можно рассчитать модули изменения скоростей шариков в результате их абсолютно неупругого удара.

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 скорости первого шарика	1) $ \Delta \vec{v} = v$
Б) модуль изменения скорости второго шарика	2) $ \Delta \vec{v} = \frac{1}{3}v$
	3) $ \Delta \vec{v} = 2v$
	4) $ \Delta \vec{v} = \frac{2}{3}v$

Ответ:

А	Б

263. Груз массой m , подвешенный к пружине жёсткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A . Длина пружины в положении равновесия груза равна l . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

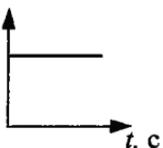
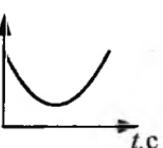
Физические величины	Формулы
А) период колебаний	1) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
Б) максимальная скорость движения груза	2) $A\sqrt{\frac{g}{l}}$
	3) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
	4) $A\sqrt{\frac{k}{m}}$

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

Ответ:

А	Б

264. После удара ракеткой теннисный мяч летит через сетку под углом 25° к горизонту. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, описывающими зависимость этих величин от времени.

Графики	Физические величины
А) 	1) потенциальная энергия мяча
Б) 	2) кинетическая энергия мяча
	3) модуль ускорения мяча
	4) модуль скорости мяча

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

Ответ:

А	Б

265. Каучуковый мяч, летящий горизонтально, ударяется о вертикальную стену абсолютно упруго. Установите соответствие между физическими величинами, описывающими удар, и формулами для их нахождения.

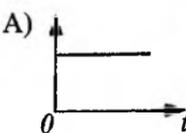
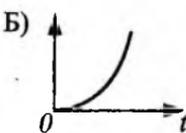
Физические величины	Формулы
А) изменение импульса	1) mv
Б) средняя сила удара	2) $2mv$
	3) $\frac{mv}{t}$
	4) $\frac{2mv}{t}$

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

Ответ:

А	Б

266. Тело, погружённое под воду на некоторую глубину в море, отпустили. Тело всплывает. Пренебрегая трением, определите, графики каких физических величин, характеризующих процесс всплытия, приведены в левом столбце как функция времени.

Графики	Физические величины
А) 	1) скорость всплытия
Б) 	2) ускорение тела
	3) кинетическая энергия

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

Ответ:

А	Б

267. Груз массой m , подвешенный на пружине жёсткостью k , отводят от положения равновесия и отпускают. При прохождении положения равновесия он развивает скорость v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, позволяющими эти величины 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) циклическая частота колебаний	1) $\sqrt{\frac{m}{k}}$
Б) максимальная потенциальная энергия груза	2) $\frac{mv^2}{2}$
	3) $\sqrt{\frac{k}{m}}$
	4) $\frac{kv^2}{2}$

Ответ:

А	Б

268. Мальчик находится в лифте. Лифт начинает движение вверх с ускорением. 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.

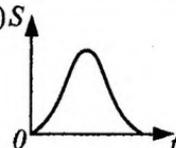
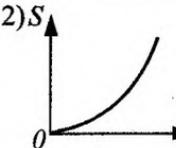
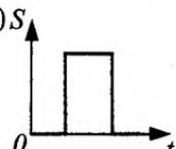
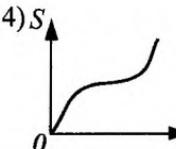
Физические величины	Формулы
А) вес мальчика	1) $mg + ma$
Б) сила реакции опоры	2) $mg - ma$
	3) ma
	4) mg

Ответ:

А	Б

269. Установите соответствие между графиками зависимости пути от времени и случаями свободного падения тела.

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

Случаи	Графики
А) тело брошено вертикально вверх Б) тело брошено вертикально вниз	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>1) S</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>2) S</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>3) S</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>4) S</p>  </div> </div>

Ответ:

А	Б

270. Укажите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин.

Физические величины	Единицы измерения
А) момент силы	1) Па
Б) сила	2) Вт
	3) Н·м
	4) Дж
	5) Н

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

Ответ:

А	Б

271. Небольшое тело в момент времени $t = 0$ начинает скользить с вершины наклонной плоскости без трения, как показано на рис. 117. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

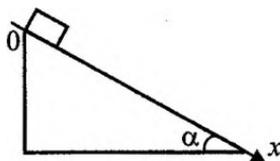


Рис. 117

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

Формулы	Физические величины
А) $mg \cos \alpha$ Б) $mg \sin \alpha$	1) сила трения скольжения 2) равнодействующая сила 3) проекция силы тяжести на ось Ox 4) вес тела

Ответ:

А	Б

272. Груз, висящий на пружине (см. рис. 118), выводят из положения равновесия, растягивая пружину, и отпускают. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

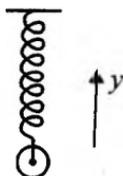
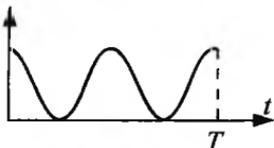
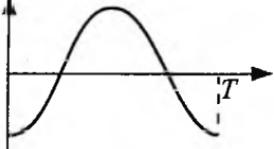


Рис. 118

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

Графики	Физические величины
А) 	1) координата y 2) проекция скорости v_y 3) кинетическая энергия E_k 4) потенциальная энергия упругой деформации E_p
Б) 	

Ответ:

А	Б

§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика

Теоретический материал

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_0 молекулы к $1/12$ массы атома углерода m_{0c} :

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0c}}.$$

Количество вещества в молекулярной физике принято измерять в молях.

Молем ν 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. 119).

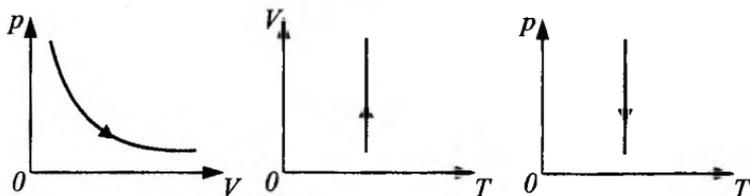


Рис. 119

Изохорный процесс (закон Шарля):

Для данной массы газа при неизменном объёме отношение давления к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 120):

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

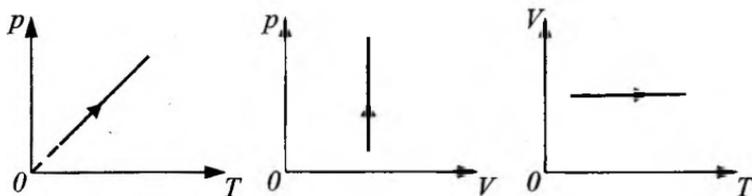


Рис. 120

Изобарный процесс (закон Гей-Люссака):

Для данной массы газа при неизменном давлении отношение объема газа к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 121):

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

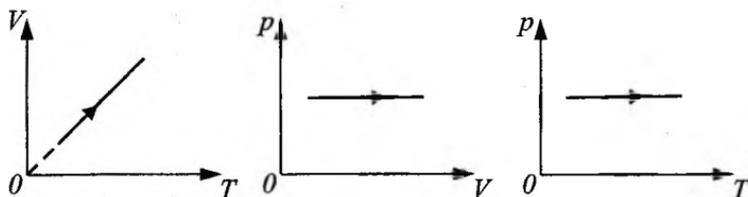


Рис. 121

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 λ — удельная теплота плавления, m — масса тела.

Количество теплоты, необходимое для испарения, рассчитывается по формуле

$$Q = r m,$$

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 — ρ ($[\rho] = \text{г/м}^3$). Можно характеризовать абсолютную влажность парциальным давлением водяных паров — p ($[p] = \text{мм рт. ст.; Па}$).

Относительная влажность (φ) — 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:

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

Задания

2.3. Элементы содержания № 8.

Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева — Клапейрона, изопроцессы

273. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода меньше средней квадратичной скорости молекул водорода, если температуры этих газов одинаковы?

Ответ: в _____ раз(-а).

274. Концентрация молекул идеального газа увеличилась в 4 раза, а средняя квадратичная скорость их движения уменьшилась в 4 раза. Каково отношение давлений газа в этих случаях?

Ответ: _____.

275. Известно, что абсолютная температура газа уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшится средняя квадратичная скорость теплового движения молекул?

Ответ: в _____ раз(-а).

276. Воздух состоит из смеси азота, кислорода и аргона. Какой из этих газов имеет наибольшую среднеквадратичную скорость теплового движения?

Ответ: _____.

277. Температура аргона выросла с $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $127\text{ }^{\circ}\text{C}$. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул? Ответ округлите до десятых.

Ответ: в _____ раз(-а).

278. Если концентрация молекул водорода ($\mu = 2\text{ г/моль}$) в сосуде составляет $6 \cdot 10^{23}\text{ м}^{-3}$, то плотность газа в сосуде равна...

Ответ: _____ г/м³.

279. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы идеального газа равна $6 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$. Определите концентрацию молекул газа, если он находится в сосуде под давлением $2 \cdot 10^5\text{ Па}$.

Ответ: _____ 10^{25} м^{-3} .

280. Средняя энергия поступательного движения молекул газа в баллоне равна $4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж. Какова температура газа в этом баллоне?

Ответ: _____ К.

281. В сосуде находится идеальный газ под давлением 100 кПа. Какова плотность идеального газа, если средняя квадратичная скорость движения его молекул равна 1000 м/с?

Ответ: _____ кг/м³.

282. Во сколько раз уменьшится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 5 раз, а концентрация молекул увеличится в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

283. В сосуде находится идеальный газ, плотность которого составляет $0,4$ кг/м³. Чему равна средняя квадратичная скорость движения молекул газа, если он оказывает давление на стенки сосуда, равное $0,81 \cdot 10^5$ Па? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

284. Во сколько раз увеличится давление идеального газа в закрытом сосуде, если его температура возрастёт на 150 К? Первоначальная температура сосуда с газом 27°C .

Ответ: в _____ раз(-а).

285. На pV -диаграмме показан замкнутый процесс, происходящий с идеальным газом (см. рис. 122). Какой участок соответствует изотермическому процессу?

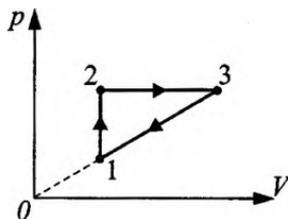


Рис. 122

Ответ: _____.

286. На рис. 123 изображён график некоторого процесса. На каком участке работа газом не совершается?

Ответ: _____.

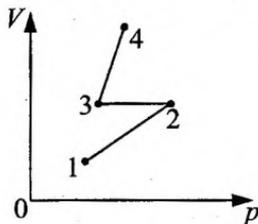


Рис. 123

287. При температуре T_0 и давлении p_0 2 моль разреженного кислорода занимают объём $2V_0$. Сколько моль разреженного кислорода при температуре $3T_0$ и давлении $3p_0$ занимают объём $6V_0$?

Ответ: _____ моль.

288. На рис. 124 представлен замкнутый цикл, осуществляемый над идеальным одноатомным газом. В какой из точек цикла объём газа будет минимальным?

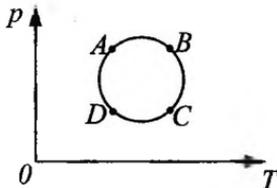


Рис. 124

Ответ: _____.

289. При сжатии неизменного количества газа его объём уменьшился в 2 раза, а давление увеличилось в 2 раза. Найдите отношение конечной и начальной температур.

Ответ: _____.

290. На рис. 125 представлен замкнутый цикл, осуществляемый над идеальным одноатомным газом. В какой из точек цикла давление газа будет максимальным?

Ответ: _____.

291. В сосуде находится идеальный газ. Какую часть газа из сосуда выпустили, если температура оставшегося газа уменьшилась в 2 раза, а давление уменьшилось в 4 раза?

Ответ: _____.

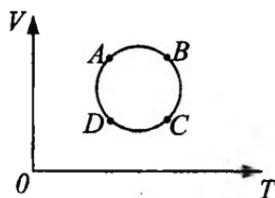


Рис. 125

292. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рис. 126. Если в состоянии 1 температура газа равна 600 К, то в состоянии 3 она станет равной...

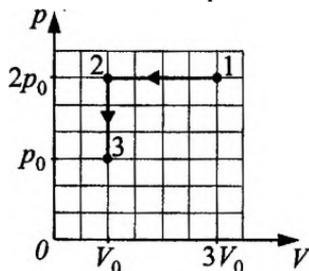


Рис. 126

Ответ: _____ °С.

293. Каково давление кислорода массой 64 г, находящегося в баллоне объёмом 50 л при температуре 27 °С?

Ответ: _____ кПа.

294. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рис. 127)?

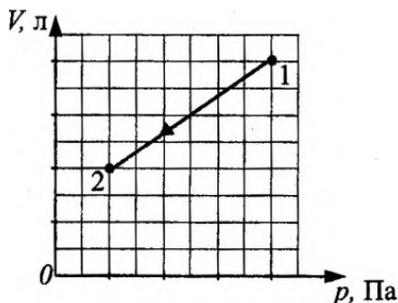


Рис. 127

Ответ: $T_1 = \text{_____} \cdot T_2$.

295. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2, как показано на рис. 128. Если в состоянии 1 температура газа равна 100 К, то в состоянии 2 она станет равной...

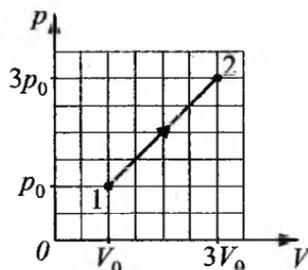


Рис. 128

Ответ: _____ °С.

296. В баллоне содержится сжатый газ при температуре 27 °С и давлении 2 МПа. Каким станет давление газа, если из баллона выпустили половину его массы, а температуру понизили до 7 °С? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ МПа.

297. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2, как показано на рис. 129. Если в состоянии 1 температура газа равна T_1 , а в состоянии 2 она равна T_2 , то отношение T_2/T_1 равно...

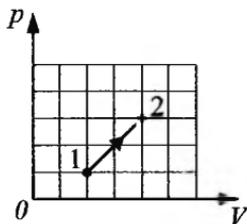


Рис. 129

Ответ: _____.

298. На рис. 130 показан график процесса, проведённого над 1 молем идеального газа. Найдите отношение температур T_1/T_3 .

Ответ: _____.

299. На рис. 131 показан график процесса, проведённого над 1 молем идеального газа. Найдите отношение температур T_1/T_4 .

Ответ: _____.

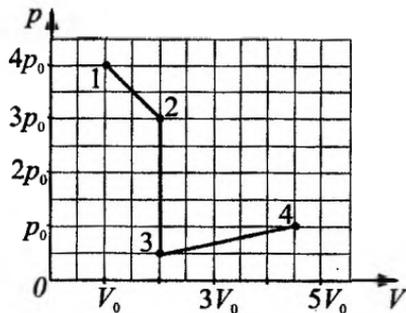


Рис. 130

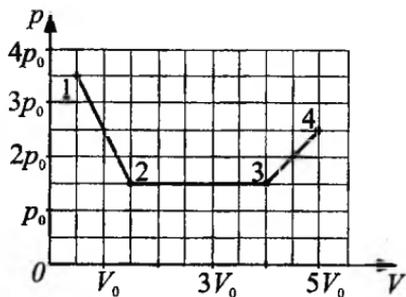


Рис. 131

2.4. Элементы содержания № 9.

Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины

300. При изотермическом сжатии газ передал окружающим телам 800 Дж количества теплоты. Какую работу совершил газ?

Ответ: _____ Дж.

301. При изобарном нагревании газообразный гелий получил 100 Дж тепла. Каково изменение внутренней энергии гелия?

Ответ: _____ Дж.

302. Какова работа идеального газа, если его внутренняя энергия увеличивается на 500 Дж без теплообмена с окружающей средой?

Ответ: _____ Дж.

303. В сосуде под поршнем находится идеальный газ, который сжимают, совершая работу 2 кДж, и одновременно нагревают, сообщая ему количество теплоты 5 кДж. Определите изменение внутренней энергии газа.

Ответ: _____ кДж.

304. При адиабатическом сжатии двух молей одноатомного идеального газа его температура повысилась на 10 К. Работа, совершаемая внешними телами над газом при таком сжатии, равна...

Ответ: _____ Дж.

305. Внешними силами над идеальным одноатомным газом совершена работа 2400 Дж. При этом газ получает 1200 Дж количества теплоты. Найдите количество вещества, если температура газа увеличилась на 200 °С. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ моль.

306. Какова работа 10 моль гелия, если в процессе адиабатного расширения его температура понизилась на 20 °С?

Ответ: _____ Дж.

307. Идеальный газ совершает процесс $a-b-c-d-e-f$, изображённый на графике (см рис. 132). Найдите полную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.

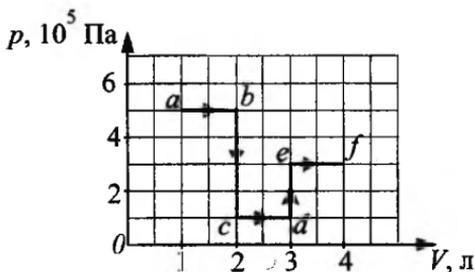


Рис. 132

Ответ: _____ кДж.

308. Идеальный газ совершает процесс $a-b-c-d$, изображённый на графике (см. рис. 133) в системе координат (p, V) . Найдите полную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.

Ответ: _____ Дж.

309. Какова работа идеального газа, совершаемая в процессе 1–2, если $p_0 = 10^5$ Па, $V_0 = 1$ м³ (см рис. 134)?

Ответ: _____ кДж.

310. На pT -диаграмме (см. рис. 135) показан переход 1 моля одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы он нагрелся на 20 °С?

Ответ: _____ Дж.

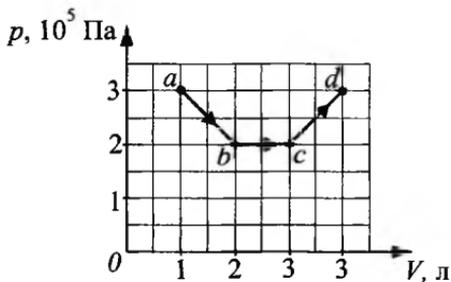


Рис. 133

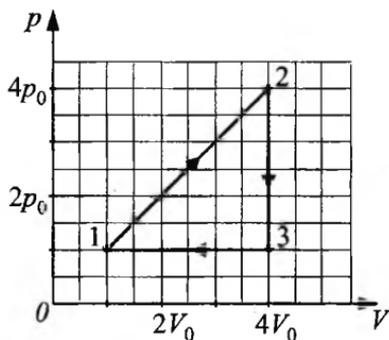


Рис. 134

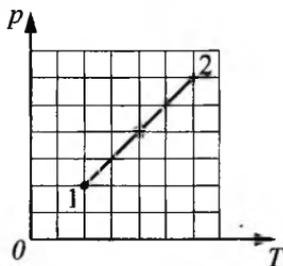


Рис. 135

311. На Tp -диаграмме представлен процесс изменения состояния одноатомного идеального газа (см. рис. 136). Внутренняя энергия уменьшилась на 30 кДж. Количество теплоты, отданное газом, равно...

Ответ: _____ кДж.

312. Какую работу совершают над идеальным газом внешние силы в процессе 3-1 (см рис. 137), если $p_0 = 10^5$ Па, $V_0 = 1$ м³?

Ответ: _____ кДж.

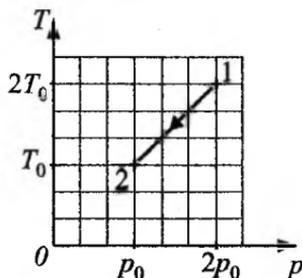


Рис. 136

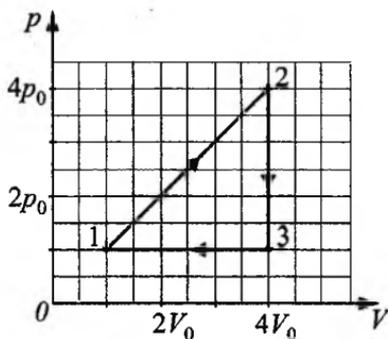


Рис. 137

313. Во сколько раз температура нагревателя больше температуры холодильника, если газ, совершающий цикл Карно, за счёт каждых 2 кДж энергии, полученной от нагревателя, производит работу 600 Дж? Ответ округлите до сотых.

Ответ: в _____ раз(-а).

314. В плавильную печь было заложено 600 кг стали (температура плавления — 1400 °С, удельная теплоёмкость — 0,46 кДж/(кг · К), удельная теплота плавления — 62 кДж/кг), взятой при температуре 20 °С. При плавлении было сожжено 60 кг каменного угля (удельная теплота сгорания — 29 МДж/кг). Найдите, чему равен КПД печи. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____%.

315. Над одним молем идеального газа совершают процесс $A-B$. Вычислите КПД этого процесса (см. рис. 138).

Ответ: _____%.

316. Над одним молем одноатомного идеального газа совершают процесс $A-B$ (см. рис. 139). Вычислите КПД этого процесса.

Ответ: _____%.

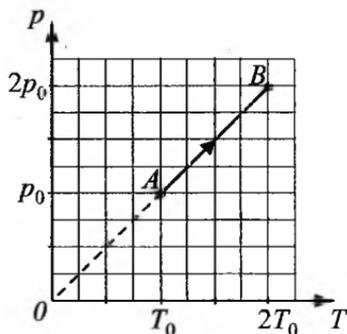


Рис. 138

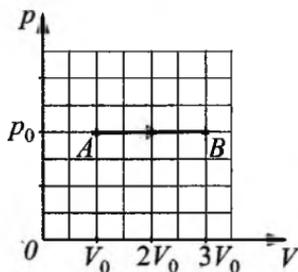


Рис. 139

317. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 600°C , а холодильника 100°C . Чему равен её коэффициент полезного действия?

Ответ: _____ %.

318. Для повышения эффективности работы тепловых двигателей необходимо увеличивать температуру нагревателя. Каким станет КПД идеального теплового двигателя, если температуру нагревателя повысить в 1,5 раза? Начальное значение КПД равно 25 %.

Ответ: _____ %.

319. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, равен $\eta = 70\%$. Как следует увеличить количество отданного холодильнику тепла за цикл, для того чтобы КПД машины уменьшить до 40 %, не меняя количества подводимого тепла за цикл?

Ответ: в _____ раз(-а).

320. Температура холодильника идеальной тепловой машины 100°C , а нагревателя 400°C . Найдите, чему равен КПД машины. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ %.

321. За цикл тепловая машина получила 50 Дж теплоты. Найдите, сколько теплоты получил холодильник, если коэффициент полезного действия этой машины 20 %.

Ответ: _____ Дж.

322. Идеальная тепловая машина забирает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, а холодильнику отдаёт 55 Дж. Найдите, чему равен коэффициент полезного действия этой машины.

Ответ: _____ %.

2.5. Элементы содержания № 10.

Относительная влажность воздуха, количество теплоты

323. Показания сухого термометра составляют 14 °С, а влажного — 10 °С. Какова относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

324. При каком давлении вода будет кипеть при 14 °С?

Ответ: _____ кПа.

325. Какова относительная влажность, если температура воздуха равна 18 °С, а его точка росы равна 10 °С? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^\circ\text{C}$	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: _____ %.

326. При температуре 18 °С влажность воздуха составляла 61 %. При какой температуре выпадет роса? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^\circ\text{C}$	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: _____ °С.

327. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 20 %. Во сколько раз надо уменьшить объём сосуда (при неизменной температуре), чтобы относительная влажность воздуха стала равна 50 %?

Ответ: в _____ раз(-а).

328. Воздух в цилиндре под поршнем изотермически сжали, уменьшив его объём в 2 раза. Какой стала относительная влажность воздуха, если первоначально она была равна 40 %?

Ответ: _____ %.

329. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 50 %. Какой станет влажность воздуха, если изотермически увеличить объём газа в 2,5 раза?

Ответ: _____ %.

330. Относительная влажность воздуха в сосуде равна 30 %. Какой станет влажность воздуха, если объём сосуда изотермически уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ %.

331. 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.

332. Найдите относительную влажность воздуха в комнате объёмом 40 м^3 при температуре $22 \text{ }^\circ\text{C}$, если в нём содержится 200 г воды. Плотность насыщенных водяных паров при температуре $22 \text{ }^\circ\text{C}$ равна $19,4 \text{ г/м}^3$.

Ответ: _____ %.

333. Относительная влажность воздуха равна 42 %, парциальное давление пара при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно 980 Па. Чему равно давление насыщенного пара при данной температуре?

Ответ: _____ Па.

334. Какова относительная влажность воздуха при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$, если парциальное давление водяного пара составляет 615 Па? Давление насыщенного водяного пара при данной температуре равно $1,23 \text{ кПа}$.

Ответ: _____ %.

335. В 16 м^3 воздуха находится 138 г водяного пара при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Какова при этом плотность насыщенных водяных паров, если относительная влажность воздуха равна 50 %?

Ответ: _____ г/м^3 .

336. На рис. 140 приведён график зависимости температуры нафталина от времени. Первоначально нафталин находился в твёрдом состоянии. Какова его температура плавления?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

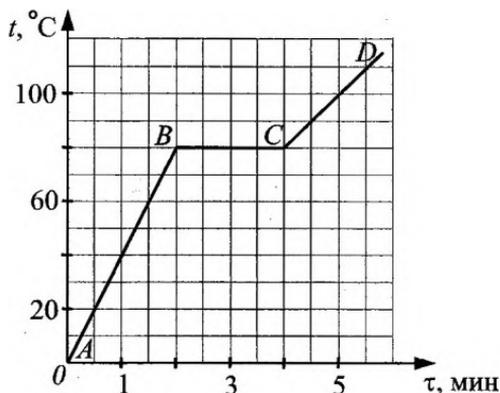


Рис. 140

337. В холодную воду опустили нагретую деталь. Температура воды и детали менялась со временем так, как показано на рис. 141. Чему равна удельная теплоёмкость материала, из которого изготовлена деталь, если масса воды вдвое меньше массы детали?

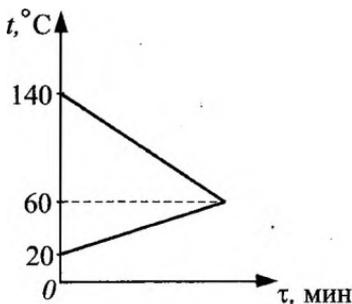


Рис. 141

Ответ: _____ Дж/(кг·К).

338. На рис. 142 приведена зависимость температуры исследуемого тела массой 200 г от времени. Удельная теплоёмкость вещества тела равна 400 Дж/(кг·К). Какое количество теплоты было отведено от тела к моменту времени 10 минут?

Ответ: _____ кДж.

339. Количество теплоты, выделившегося при остывании 1 кг стали, достаточно для нагревания 2 кг олова на 4 °С. На сколько градусов уменьшилась температура стали в процессе остывания? Удельная теплоёмкость стали равна 460 Дж/(кг·К), а олова — 230 Дж/(кг·К).

Ответ: _____ °С.

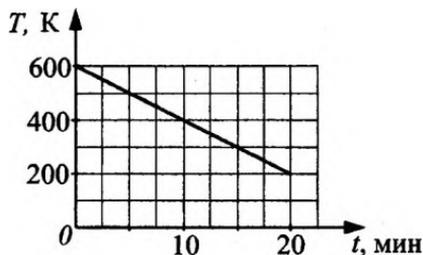


Рис. 142

340. В воду массой 200 г и температурой 14°C опустили медный шарик массой 50 г, нагретый до 275°C . Через некоторое время их общая температура стала равна 20°C . Удельная теплоёмкость воды равна $4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, а меди — $400\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Какое количество теплоты было передано воде?

Ответ: _____ Дж.

2.6. Элементы содержания № 11.

**МКТ, термодинамика (объяснение явлений;
интерпретация результатов опытов, представленных
в виде таблиц или графиков)**

341. 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. 143). В итоге газ совершил работу, численно равную $0,5RT$, где T — начальная температура.

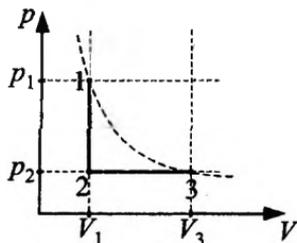


Рис. 143

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите два верных утверждения.

- 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 газа в 2 раза больше конечного.
- 4) В процессе 2–3 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 5) В процессе 2–3 газ получает некоторое количество теплоты.

Ответ:

342. На рис. 162 изображён график циклического процесса, происходящего с идеальным газом. На основании анализа данного графика выберите два верных утверждения.

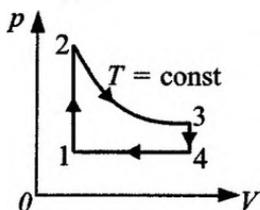


Рис. 144

- 1) В процессе 1–2 работа газом не совершается.
- 2) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа не меняется.
- 3) В процессе 3–4 температура газа возрастает.
- 4) В процессе 4–1 газ не обменивается теплом с окружающей средой.
- 5) Представленный цикл является циклом Карно.

Ответ:

343. На рис. 145 приведён экспериментально полученный график зависимости температуры от времени при нагревании некоторого вещества. Первоначально вещество находилось в твёрдом состоянии.

Выберите из предложенного перечня два утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура плавления равна 800°C .
- 2) Теплоёмкости в жидком и газообразном состоянии одинаковы.
- 3) Наибольшей внутренней энергией вещество обладает в точке D.
- 4) Наименьшей внутренней энергией вещество обладает в точке C.
- 5) В точке D вещество находится в жидком состоянии.

Ответ:

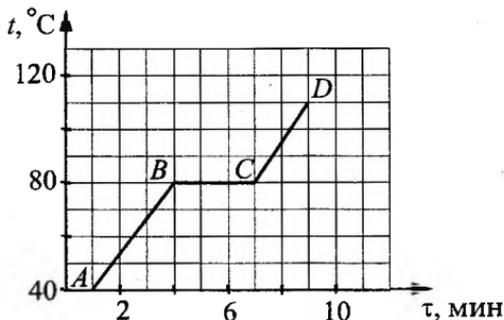


Рис. 145

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

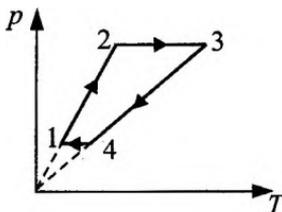


Рис. 146

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) На участке 3–4 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 2) На участке 2–3 работа газа положительна.
- 3) На участке 4–1 работа газа положительна.
- 4) На участке 1–2 газ отдавал некоторое количество теплоты.
- 5) На участке 1–2 работа газа положительна.

Ответ:

345. Газ можно перевести из состояния 1 в состояние 2 двумя способами (см. рис. 147).

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Изменение внутренней энергии в процессе *a* больше, чем в процессе *b*.
- 2) Работа газа при переходе *a* равна работе газа при переходе *b*.

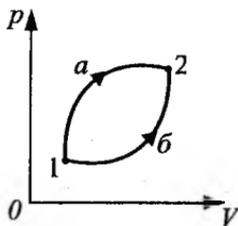


Рис. 147

- 3) Сообщаемое газу количество теплоты в процессе *a* больше, чем в процессе *б*.
- 4) Изменение внутренней энергии газа при переходах *a* и *б* одинаково.
- 5) Работа газа при переходе *a* меньше работы газа при переходе *б*.

Ответ:

346. На рис. 148 приведён график зависимости температуры воды от времени процесса при нормальном атмосферном давлении.

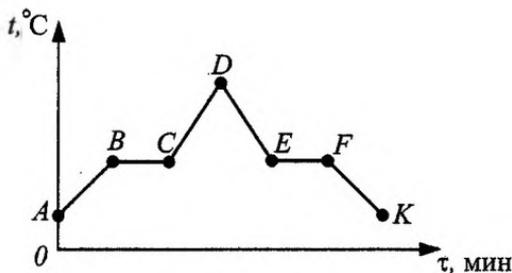


Рис. 148

На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.

- 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:

347. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 50°C , равномерно нагревают на плитках

одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рис. 149 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

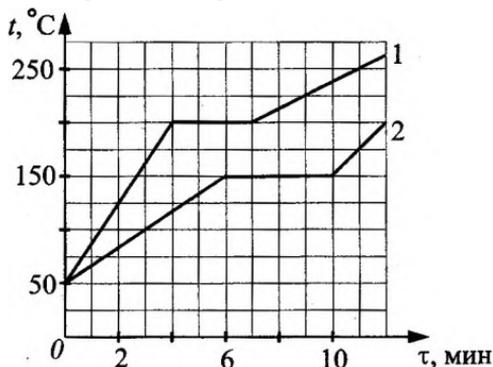


Рис. 149

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Температура парообразования второго вещества 150°C .
- 2) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 3) На плавление первого вещества потребовалось большее количество теплоты, чем на плавление второго.
- 4) За время эксперимента оба вещества получили разное количество теплоты.
- 5) Удельная теплота плавления первого вещества меньше удельной теплоты плавления второго вещества.

Ответ:

348. Над газом, содержащим ν моль, проводят процесс изотермического сжатия при температуре T , объём газа изменяется на ΔV . На основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

- 1) Объём газа увеличивается.
- 2) Объём газа уменьшается.
- 3) Внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) Внутренняя энергия газа не изменяется.

Ответ:

349. На рис. 150 представлены графики зависимости температуры двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.

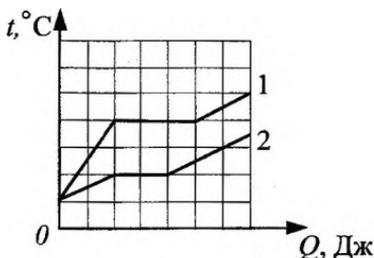


Рис. 150

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем теплоёмкость первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

350. Тепловой двигатель работает по замкнутому циклу. Q_H — теплота, отданная нагретым телом за цикл, Q_X — теплота, отданная холодильнику за цикл. Температура холодильника не изменяется, а температура нагревателя уменьшается. На основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Q_H увеличится.
- 2) Q_H уменьшится.
- 3) Q_X увеличится.
- 4) КПД увеличится.
- 5) КПД уменьшится.

Ответ:

351. На pV -диаграмме отображена последовательность трёх процессов (1 \rightarrow 2 \rightarrow 3) изменения состояния идеального газа (см. рис. 151). На ос-

новании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

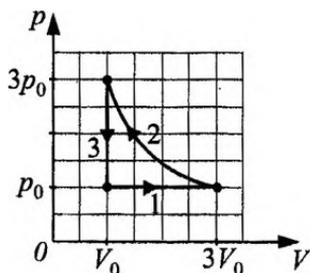


Рис. 151

- 1) В процессе 2 температура газа повышается.
- 2) В процессе 3 газ совершает положительную работу.
- 3) Работа, совершённая газом в замкнутом цикле, положительна.
- 4) Работа, совершённая газом в замкнутом цикле, отрицательна.
- 5) В процессе 3 температура газа понижается.

Ответ:

352. На рис. 152 показана зависимость давления от объёма идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

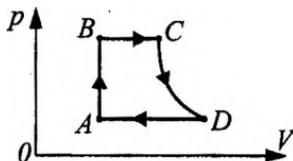


Рис. 152

- 1) В процессе $B-C$ температура газа уменьшается.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе $A-B$.
- 3) В процессе $C-D$ внутренняя энергия газа не меняется.
- 4) В процессе $A-B$ температура газа растёт.
- 5) В процессе $A-D$ работа газа равна нулю.

Ответ:

353. Над одним моле идеального газа совершают процесс $A-B$. На основании анализа приведённого графика (см. рис. 153) выберите два верных утверждения.

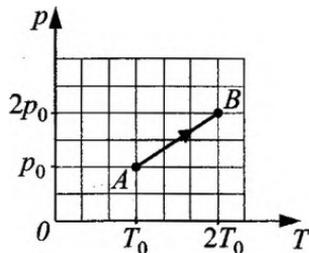


Рис. 153

- 1) Работа газа на участке AB положительна.
- 2) КПД процесса равен 0.
- 3) Газ не совершает полезную работу.
- 4) Внутренняя энергия на участке AB не изменилась.
- 5) Работа газа на участке AB отрицательна.

Ответ:

354. Кружку с водой поставили на газовую горелку. Значения температуры воды в зависимости от времени представлены на графике (см. рис. 154). На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.

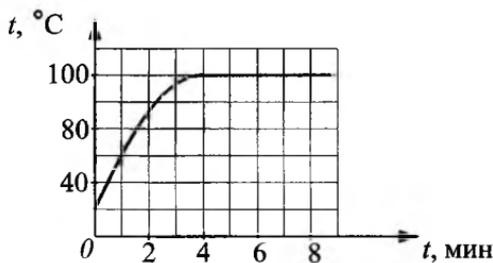


Рис. 154

- 1) По истечении четырёх минут вода закипела.
- 2) При температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ вода отдаёт воздуху столько тепла, сколько получает от горелки.
- 3) Теплоёмкость воды увеличивается со временем.
- 4) Через 4 минуты вся вода испарилась из кружки.
- 5) На 6-й минуте вода частично испарилась, частично находится в жидком состоянии.

Ответ:

355. При проведении эксперимента по изохорному нагреванию разреженного одноатомного газа была получена следующая зависимость давления p от температуры T (см. рис. 155). Какие **два** вывода можно сделать на основании этого графика?

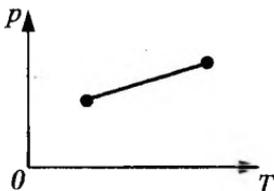


Рис. 155

- 1) Внутренняя энергия газа в данном процессе увеличивалась.
- 2) Уравнение Менделеева — Клапейрона для этого газа неприменимо.
- 3) При проведении эксперимента масса газа уменьшилась.
- 4) При проведении эксперимента масса газа увеличилась.
- 5) Это не изопроцесс.

Ответ:

356. На рис. 156 показана зависимость давления от температуры идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения.

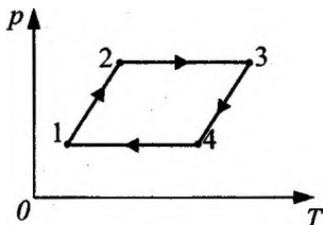


Рис. 156

- 1) Объём газа наибольший в состоянии 4.
- 2) Процесс 3–4 изохорный.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа не изменяется.
- 4) В процессе 4–1 объём газа уменьшается.
- 5) В процессе 2–3 газ отдаёт теплоту.

Ответ:

357. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит шарик (см. рис. 157). Газ нагрели. На основании анализа этого процесса выберите два верных утверждения.

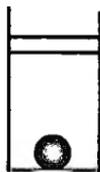


Рис. 157

- 1) Объём газа в сосуде увеличился, следовательно увеличилась архимедова сила, действующая на шарик.
- 2) Объём газа в сосуде увеличился, следовательно уменьшилась архимедова сила, действующая на шарик.
- 3) Давление газа в сосуде не изменилось.
- 4) Давление газа в сосуде уменьшилось, так как увеличился объём сосуда.
- 5) Так как объём сосуда не меняется, при нагревании давление газа увеличивается.

Ответ:

358. На рис. 158 приведён экспериментальный график зависимости температуры некоторого тела от времени. Первоначально тело находилось в твёрдом состоянии.

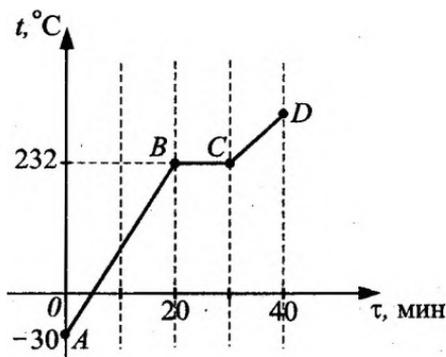


Рис. 158

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Начальная температура тела равна -30°C .
- 2) Температура плавления равна 232°C .
- 3) Плавление длилось 20 мин.
- 4) Внутренняя энергия в точке C больше, чем в точке D .
- 5) Точка D соответствует газообразному состоянию тела.

Ответ:

359. В сосуде, разделённом на части перегородкой, находится при одинаковой температуре 3 моля водорода в одной части сосуда и 2 моля гелия в другой. Давления одинаковы и равны p . После снятия перегородки газы смешались, а их температура не изменилась. Выберите **два** верных утверждения.

- 1) Давление газа в сосуде p .
- 2) Парциальное давление водорода p .
- 3) Парциальное давление гелия p .
- 4) Парциальное давление водорода $\frac{1}{2}p$.
- 5) Парциальное давление гелия $\frac{2}{5}p$.

Ответ:

360. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от объёма V , показанная на графике (см. рис. 159).

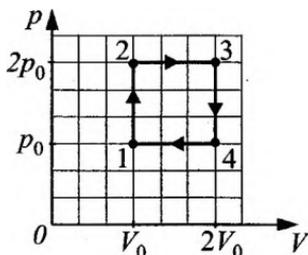


Рис. 159

Выберите **два** утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) В процессе 2–3 объём газа увеличивался, а температура уменьшалась.
- 2) В процессе 1–2 газ не совершал работу.
- 3) В процессе 3–4 давление газа уменьшалось, а температура увеличивалась.
- 4) В процессах 1–2 и 2–3 газ получал тепло.
- 5) В процессах 4–1 и 1–2 газ получал тепло.

Ответ:

361. Лёд нагревают при помощи электрического нагревателя, мощность которого постоянна. На рис. 160 представлен график зависимости температуры воды в различных агрегатных состояниях от времени. Известно, что продолжительность этапа BC составляет 1 мин, а этапа DE — 68 мин. Удельная теплота плавления льда равна 34 кДж/кг . КПД считать 100 %.

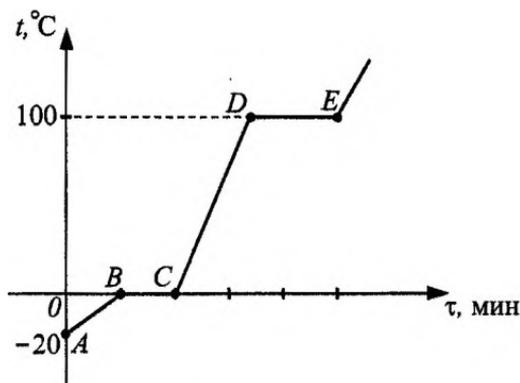


Рис. 160

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Удельная теплота парообразования воды равна примерно 68 МДж/кг .
- 2) Удельная теплота парообразования воды равна примерно $2,3 \text{ МДж/кг}$.
- 3) Участок BC соответствует процессу нагревания льда.
- 4) Участок CD соответствует процессу нагревания льда.
- 5) Участок CD соответствует процессу нагревания воды.

Ответ:

362. В справочнике физических свойств различных веществ представлена следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см^3	Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	Удельная теплоёмкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$	Удельное сопротивление, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$
Алюминий	2,7	660	920	0,03
Медь	8,9	1083	400	0,02
Серебро	10,5	960	230	0,02
Свинец	11,35	327	130	0,21
Олово	7,3	232	230	0,12
Цинк	7,1	420	400	0,06
Сталь	7,8	1400	500	0,15

На основании анализа данных таблицы выберите **два** верных утверждения.

- 1) Кусочек свинца можно расплавить в алюминиевой ложке.
- 2) Для нагревания брусков массой 100 г из серебра и олова, взятых при одинаковой температуре, до температуры плавления потребуется одинаковое количество теплоты.
- 3) Медная и алюминиевая проволоки одинаковой длины и площади поперечного сечения имеют одинаковую массу.
- 4) При остывании 2 кг цинка и 2 кг меди на 20°C выделится одинаковое количество теплоты.
- 5) Медные соединительные провода имеют большее сопротивление по сравнению с алюминиевыми при одинаковых размерах.

Ответ:

363. На рис. 161 показан график зависимости температуры вещества, первоначально находившегося в парообразном состоянии, от времени.

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Вещество плавилось в течение промежутка времени Δt_2 .
- 2) Жидкость нагрелась в течение промежутка времени Δt_3 .
- 3) Температура отвердевания жидкости t_3 .
- 4) В течение промежутка времени Δt_4 сосуществовали жидкость и твёрдое тело.
- 5) Температура кипения равна t_1 .

Ответ:

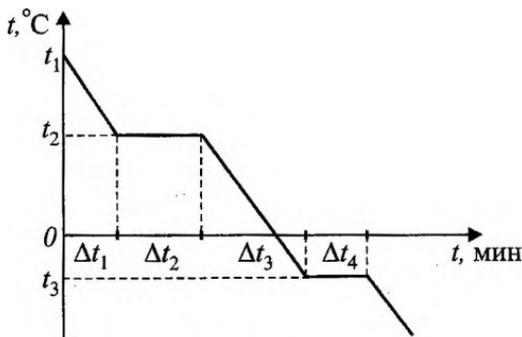


Рис. 161

364. На рис. 162 изображён график циклического процесса, происходящего с идеальным газом.

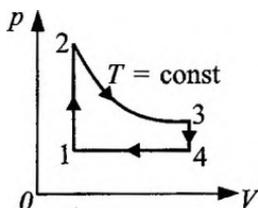


Рис. 162

На основании анализа данного графика выберите **два** верных утверждения.

- 1) В процессе 1–2 работа газом не совершается.
- 2) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа не меняется.
- 3) В процессе 3–4 температура газа возрастает.
- 4) В процессе 4–1 газ не обменивается теплом с окружающей средой.
- 5) Представленный цикл является циклом Карно.

Ответ:

365. На рис. 163 представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объёма.

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Работа, совершённая газом на замкнутом участке 1–2–3–1, равна нулю.
- 2) Газ на этапе 1–2 получает некоторое количество теплоты.
- 3) Газ на этапе 2–3 получает некоторое количество теплоты.

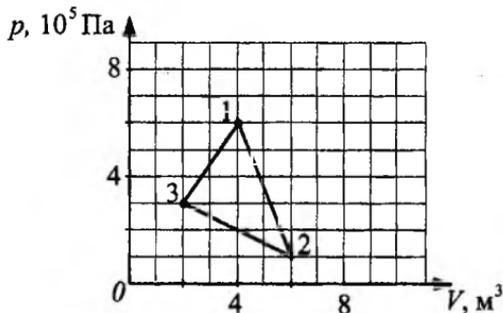


Рис. 163

- 4) Изменение внутренней энергии газа на замкнутом участке 1–2–3–1 равна нулю.
- 5) На участке 2–3 газ совершает положительную работу.

Ответ:

366. На рис. 164 изображены графики зависимости изменения температуры от времени двух тел одинаковой массы. Первоначально тела находились в твёрдом состоянии.

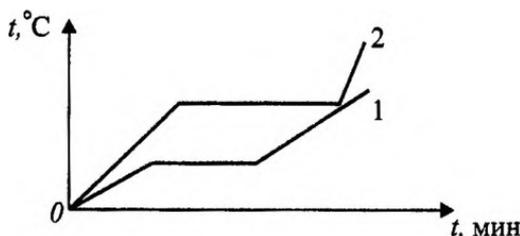


Рис. 164

На основании анализа этих графиков выберите два верных утверждения.

- 1) Теплоёмкость первого тела в твёрдом состоянии больше, чем теплоёмкость второго тела в твёрдом состоянии.
- 2) Температура плавления первого тела меньше, чем второго.
- 3) Удельная теплота плавления первого тела больше второго.
- 4) В конечный момент времени температура тел одинакова.
- 5) Удельная теплоёмкость первого тела в жидком состоянии меньше, чем второго тела в жидком состоянии.

Ответ:

367. Давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул увеличилось в 2 раза.

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите **два** верных утверждения.

- 1) Температура газа увеличилась в 2 раза.
- 2) Объём газа остаётся неизменным.
- 3) Температура газа уменьшилась в 2 раза.
- 4) Объём газа увеличился в 2 раза.
- 5) Количество молекул газа увеличилось в 2 раза.

Ответ:

368. Ученик провёл серию экспериментов по изучению процессов теплообмена. В калориметр, имеющий малую удельную теплоёмкость, он наливал постоянное количество воды комнатной температуры (20°C), опускал в воду тела разных масс, изготовленные из различных материалов, предварительно нагретые до 60°C , дожидаясь установления теплового равновесия и с помощью термометра измерял (с точностью до 1°C), на сколько градусов повысилась температура воды в калориметре. Результаты изменений представлены в таблице.

№ опыта	Удельная теплоёмкость тела, Дж/(кг·°C)	Масса тела, г	Разность температуры Δt , °C
1	920	300	10
2	920	600	16
3	500	150	3
4	130	600	3

Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) Если, не изменяя другие величины, изменить массу тела в 2 раза, то разность температуры воды также изменится в 2 раза.
- 2) При увеличении удельной теплоёмкости тела разность температуры воды обязательно увеличивается.
- 3) Если, не изменяя другие величины, увеличить удельную теплоёмкость тела, то разность температуры воды увеличится.
- 4) Удельная теплоёмкость воды намного меньше удельной теплоёмкости использовавшихся тел.
- 5) Если, не изменяя другие величины, уменьшить массу тела, то разность температуры воды уменьшится.

Ответ:

369. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от объёма V , показанная на графике (см. рис. 165).

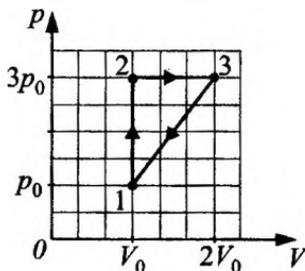


Рис. 165

Выберите **два** утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) В процессе 2–3 объём газа увеличивался, а температура уменьшалась.
- 2) В процессе 1–2 газ не совершал работу.
- 3) В процессе 3–1 объём газа уменьшался, а давление увеличивалось.
- 4) В процессах 1–2 и 2–3 газ получал тепло.
- 5) В процессах 2–3 и 3–1 газ отдавал тепло.

Ответ:

370. Ученик провёл серию экспериментов по изучению процессов теплообмена. В калориметр, имеющий малую удельную теплоёмкость, он наливал различное количество воды комнатной температуры ($20\text{ }^\circ\text{C}$), опускал в воду тела одинаковых масс, изготовленные из различных материалов и предварительно нагретые до $80\text{ }^\circ\text{C}$, дождался установления теплового равновесия и с помощью термометра измерял (с точностью до $1\text{ }^\circ\text{C}$), на сколько градусов повысилась температура воды в калориметре. Результаты измерений представлены в таблице.

№ опыта	Удельная теплоёмкость тела, Дж/(кг·°С)	Масса воды, г	Разность температуры Δt , °С
1	920	200	18
2	920	400	11
3	130	100	7
4	500	400	6

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) Если, не изменяя другие величины, изменить массу воды в 2 раза, то разность температуры воды также изменится в 2 раза.
- 2) При увеличении удельной теплоёмкости тела разность температуры воды обязательно увеличивается.
- 3) Если, не изменяя другие величины, увеличить удельную теплоёмкость тела, то разность температуры воды увеличится.
- 4) Удельная теплоёмкость воды намного меньше удельной теплоёмкости использовавшихся тел.
- 5) Если, не изменяя другие величины, увеличить массу воды, то разность температуры воды уменьшится.

Ответ:

371. На рис. 166 представлен график процесса, происходящего с идеальным одноатомным газом на замкнутом цикле.

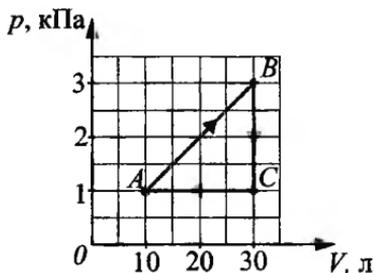


Рис. 166

Из приведённого ниже списка на основании анализа графика выберите два верных утверждения.

- 1) Работа газа, совершённая на участке BC, имеет отрицательное значение.
- 2) Работа газа, совершённая на участке BC, равна нулю.
- 3) КПД замкнутого процесса равен 36 %.

- 4) КПД замкнутого процесса равен нулю.
- 5) Работа газа, совершенная на участке CA , равна 0.

Ответ:

372. Ученик проводил опыты с газом. Он нагревал $2 \cdot 10^{-3}$ моль газа и измерял его объём и температуру. Результаты опытов ученик занёс в таблицу.

V , мл	50	55	60	65	70
t , °C	28	58	88	118	148

Выберите два утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

- 1) График зависимости объёма от температуры линейный.
- 2) В данном процессе газ не совершает работу.
- 3) Давление газа растёт с ростом температуры.
- 4) Всё переданное газу количество теплоты расходуется на приращение внутренней энергии газа.
- 5) Газ совершает изобарный процесс.

Ответ:

373. На рис. 167 изображён график зависимости температуры воды от времени процесса. Первоначально вещество находилось в твёрдом состоянии (лёд).

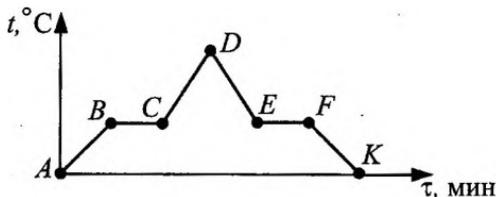


Рис. 167

На основании анализа данных графика выберите два верных утверждения.

- 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:

2.7. Элементы содержания № 12.

МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)

374. В сосуде под поршнем, плотно прилегающем к стенкам сосуда, находится влажный воздух при относительной влажности воздуха 60%. Поршень медленно опускают, уменьшая объём сосуда в 2 раза и поддерживая температуру воздуха постоянной. Как при этом изменятся относительная влажность воздуха и масса водяных паров, находящихся в этом воздухе? 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.

Относительная влажность воздуха	Масса водяных паров

375. В воздухе увеличилось содержание водяного пара, но температура не изменилась. Что произошло с относительной влажностью воздуха и давлением насыщенного водяного пара?

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.

Относительная влажность воздуха	Давление насыщенного водяного пара

376. В закрытом сосуде находятся водяной пар и некоторое количество воды. Как изменятся при изотермическом уменьшении объёма сосуда следующие величины: давление в сосуде, 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

377. Газ изобарно нагревают. Как при этом меняются масса 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.

Масса газа	Плотность газа

378. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис. 168). Масса газа не меняется. Как поведут себя при этом давление и объём газа?

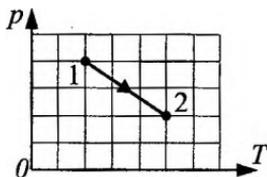


Рис. 168

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	Объём газа

379. Как изменятся плотность воздуха и подъёмная сила, действующая на воздушный шар, при понижении температуры окружающего воздуха и неизменном атмосферном давлении?

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.

Плотность воздуха	Подъёмная сила

380. Газ адиабатически сжимают. Как при этом изменятся температура и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура	Внутренняя энергия

381. В сосуде под поршнем, плотно прилегающем к стенкам сосуда, находится идеальный газ. Поршень резко вдвигают внутрь сосуда. Как при этом изменятся температура газа и его внутренняя энергия?

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	Внутренняя энергия

382. Что произойдёт с температурой идеального газа и его объёмом, если он адиабатически расширится?

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	Объём

383. Температура газа в герметично закрытом сосуде возрастает. Как при этом изменяются внутренняя энергия газа и концентрация молекул газа? 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.

Внутренняя энергия газа	Концентрация молекул газа

384. В процессе сжатия 1 моля разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

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 гелия	Давление гелия

385. Температура газа в герметично закрытом сосуде возрастает. Как при этом изменяются давление газа 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.

Давление газа	Плотность газа

386. В процессе сжатия 1 моля разреженного гелия его температура всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом внутренняя энергия гелия и его давление?

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.

Внутренняя энергия гелия	Давление гелия

387. Что произойдёт с внутренней энергией идеального газа и его плотностью, если он адиабатически расширится?

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.

Внутренняя энергия	Плотность

388. Идеальный газ изобарно сжимают. Как при этом изменяются плотность газа и его внутренняя энергия?

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.

Плотность газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

389. Пузырёк воздуха всплывает со дна водоёма на поверхность. Как изменяются давление воздуха в пузырьке и его объём, если температура в этом процессе остаётся постоянной?

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 воздуха	Объём пузырька

390. 1 моль идеального одноатомного газа находится в цилиндрическом сосуде под поршнем. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рис. 169). В сосуд закачивают ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



Рис. 169

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	Концентрация молекул газа

391. Газ изобарно нагревают. Как при этом изменятся объём и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Объём	Внутренняя энергия

392. Что произойдёт с внутренней энергией идеального газа и его плотностью, если он изобарически расширится?

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.

Внутренняя энергия	Плотность

393. В сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, состоящая из 1 моль первого газа и 4 моль второго. Половину содержимого сосуда выпустили, после чего в сосуд добавили 2,5 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа 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 первого газа	Суммарное давление газов

394. В герметичном сосуде находится влажный воздух, температуру воздуха увеличили. Как при этом изменились относительная влажность воздуха и энергия молекул воды?

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.

Относительная влажность	Энергия молекул воды

395. Некоторое количество идеального газа находится в сосуде при атмосферном давлении. Как изменятся давление и концентрация частиц, если в сосуде проделать небольшое отверстие и при постоянной температуре медленно уменьшить его объём?

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	Концентрация частиц

396. Что произойдёт с внутренней энергией идеального газа и его плотностью, если его изобарически сжать?

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.

Внутренняя энергия	Плотность

397. Газ изотермически сжимается. Как при этом изменятся давление газа и его внутренняя энергия?

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	Внутренняя энергия

398. Газ изобарно нагревают. Как при этом меняются плотность газа и его внутренняя энергия?

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.

Плотность газа	Внутренняя энергия

399. Идеальный газ адиабатически сжимают. Как при этом изменяются внутренняя энергия 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.

Внутренняя энергия газа	Плотность газа

400. Температуру нагревателя тепловой машины увеличили, а температуру холодильника оставили прежней. Как при этом изменились полезная работа двигателя и количество теплоты, отдаваемое рабочему телу?

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.

Полезная работа двигателя	Количество теплоты, отдаваемое рабочему телу

401. 10 моль разреженного гелия находится в сосуде при давлении выше атмосферного. Как изменятся давление и внутренняя энергия газа, если в сосуде сделать небольшое отверстие и его температуру поддерживать постоянной?

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	Внутренняя энергия

402. В герметически закрытом сосуде в помещении находится аргон. Сосуд с аргоном вынесли на улицу, где температура воздуха ниже, чем в помещении. Как при этом будут меняться давление и температура аргона?

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

403. В результате технических изменений КПД плавильной печи значительно увеличился. Как при этом изменились масса топлива, потребляемая печью (для расплавления такой же массы стали, что и ранее), и удельная теплота плавления стали?

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.

Масса топлива, потребляемая печью	Удельная теплота плавления стали

404. В идеальном тепловом двигателе количество теплоты, которое ежесекундно передаётся от нагревателя, увеличилось, а количество теплоты, ежесекундно передаваемое холодильнику, осталось неизменным. Как при этом изменились КПД двигателя и работа, совершаемая двигателем 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 двигателя	Работа, совершаемая двигателем за цикл

405. Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изобарном процессе совершает работу $A > 0$. Как изменяются в этом процессе объём и температура газа?

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.

Объём газа	Температура газа

406. Лёд, взятый при 0°C , превращают в воду. Как при этом изменятся температура и потенциальная энергия взаимодействия его молекул?

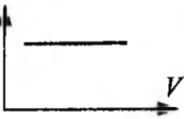
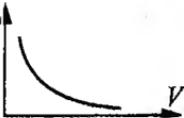
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура	Потенциальная энергия взаимодействия молекул

407. Над газом, находящимся под поршнем, проводят изотермический процесс. Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения объёма газа под поршнем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

Графики	Физические величины
А) 	1) работа газа 2) внутренняя энергия 3) количество теплоты 4) давление газа
Б) 	

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

Ответ:

А	Б

408. На рис. 170 приведён график замкнутого цикла, проведённого над идеальным одноатомным газом. Установите соответствие между участками цикла и термодинамическими процессами, происходящими с газом на этих участках.

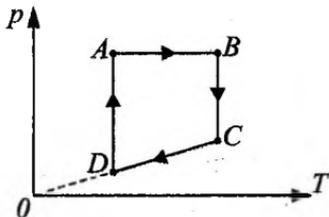


Рис. 170

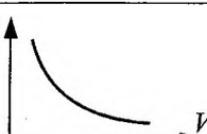
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Термодинамические процессы	Участки цикла
А) работа газа равна 0, внутренняя энергия газа уменьшается	1) AB
Б) газ совершает положительную работу, его внутренняя энергия не изменяется	2) BC
	3) CD
	4) DA

Ответ:

А	Б

409. Установите соответствие между изопроцессами, совершаемыми идеальным газом, и их графиками.

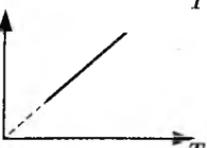
Графики	Изопроцессы
А) 	1) изобарный 2) изохорный 3) изотермический 4) адиабатный
Б) 	

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

Ответ:

А	Б

410. Установите соответствие между изопроцессами, совершаемыми идеальным газом, и их графиками.

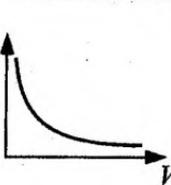
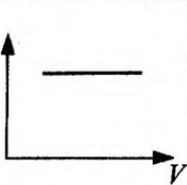
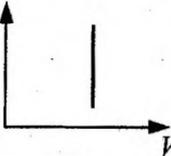
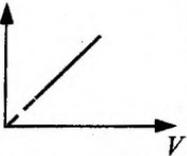
Графики	Изопроцессы
А) 	1) изобарный 2) изохорный 3) изотермический 4) адиабатный
Б) 	

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

Ответ:

А	Б

411. Газ совершает изобарный процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа. Установите соответствие между величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объёма.

Физические величины	Графики
А) давление газа Б) термодинамическая температура	1)  2)  3)  4) 

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

Ответ:

А	Б

412. Установите соответствие между изопроцессами и формулами, описывающими эти процессы (p — давление газа, V — объём газа, T — его термодинамическая температура).

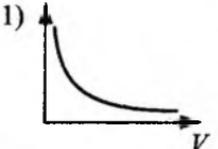
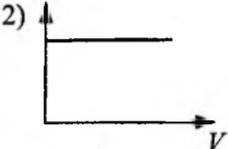
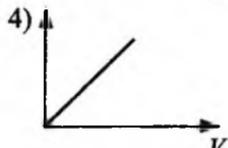
Процессы	Формулы
А) изохорный	1) $pV = const$
Б) изобарный	2) $\frac{p}{T} = const$
	3) $\frac{V}{T} = const$
	4) $pV = \frac{m}{M}RT$

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

Ответ:

А	Б

413. Газ совершает изобарный процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа. Установите соответствие между величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объёма.

Физические величины	Графики
А) концентрация молекул Б) термодинамическая температура	1)  2) 
	3)  4) 

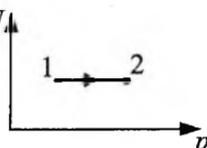
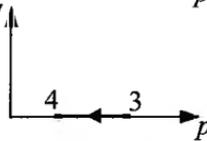
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

414. На рисунках представлены графики некоторой зависимости двух процессов 1–2 и 3–4, происходящих с неизменным количеством идеального газа. Графики построены в координатах $p-U$ и $p-A'$, где p — давление газа, U — его внутренняя энергия, A' — работа газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими эти процессы.

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

Графики	Утверждения
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) изотермический процесс, объём газа увеличивается</p> <p>2) изотермический процесс, объём газа уменьшается</p> <p>3) изохорный процесс, температура газа увеличивается</p> <p>4) изохорный процесс, температура газа уменьшается</p>

Ответ:

А	Б

415. Идеальная тепловая машина получает от нагревателя, имеющего температуру T_1 , теплоту Q_1 и отдаёт холодильнику, имеющему температуру T_2 , теплоту Q_2 . A — работа машины. 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) коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины	1) $\frac{Q_1}{Q_2}$
Б) работа, совершённая машиной за один цикл	2) $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$
	3) $Q_1 - Q_2$
	4) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

Ответ:

А	Б

416. Установите взаимосвязь 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) удельная теплоёмкость	1) $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Б) удельная теплота плавления	2) Дж 3) Дж · кг 4) $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Ответ:

А	Б

417. На рис. 171 приведён график замкнутого цикла, проведённого над идеальным одноатомным газом. Участок DA соответствует адиабате. Установите соответствие между участками цикла и термодинамическими процессами, происходящими с газом на этих участках.

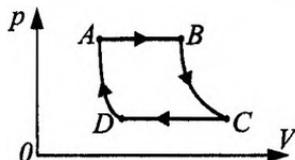


Рис. 171

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

Термодинамические процессы	Участки цикла
А) работа газа положительна, внутренняя энергия газа неизменна	1) AB 2) BC
Б) над газом совершается работа, его внутренняя энергия увеличивается	3) CD 4) DA

Ответ:

А	Б

418. Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . 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.

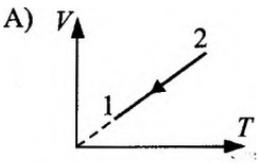
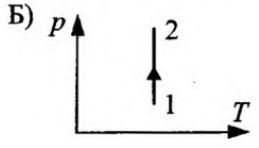
Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя	1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
Б) КПД двигателя	2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
	3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
	4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

419. На рисунках приведены графики процессов, проведённых над идеальным одноатомным газом. Установите соответствие между графиками и термодинамическими процессами.

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

Графики	Термодинамические процессы
А) 	1) над газом совершается работа, его внутренняя энергия неизменна 2) сам газ совершает работу, его внутренняя энергия увеличивается 3) над газом совершается работа, его внутренняя энергия уменьшается 4) сам газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается
Б) 	

Ответ:

А	Б

420. В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б (p — давление газа, V — объём газа, n — концентрация молекул газа, $\bar{\epsilon}$ — средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно по ним рассчитать.

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

Формулы	Физические величины
А) $\frac{3}{2}pV$	1) температура
Б) $\frac{2}{3}n\bar{E}$	2) внутренняя энергия
	3) масса газа
	4) давление

Ответ:

А	Б

421. В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б (p — давление газа, V — объём газа, n — концентрация молекул газа) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно по ним рассчитать.

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

Формулы	Физические величины
А) $\frac{p}{nk}$	1) температура
Б) nV	2) внутренняя энергия
	3) количество молекул газа
	4) давление

Ответ:

А	Б

422. На рис. 172 приведён график замкнутого цикла, проведённого с 1 моль идеального газа. p — давление газа, V — его объём, T — абсолютная температура. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта. A_1 — работа газа в замкнутом цикле, A_2 — работа газа на участке 1–2.

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

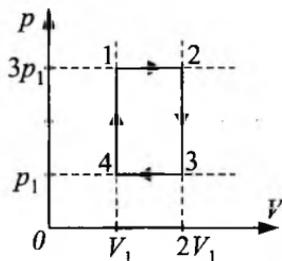


Рис. 172

Физические величины	Формулы
А) A_1	1) $6V_1p_1$
Б) A_2	2) $2V_1p_1$
	3) $3V_1p_1$
	4) V_1p_1

Ответ:

А	Б

423. На рисунках представлены графики зависимости двух процессов — 1–2 и 3–4, происходящих с неизменным количеством идеального газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими эти процессы. Графики построены в координатах $p-U$ и $p-A'$, где p — давление газа, U — его внутренняя энергия, A' — работа газа.

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

Графики	Утверждения
А)	1) объём газа увеличивается, и он совершает положительную работу
Б)	2) объём газа уменьшается, и над газом совершается положительная работа
	3) температура и внутренняя энергия газа увеличиваются
	4) температура и внутренняя энергия газа уменьшаются

Ответ:

А	Б

424. На графике зависимости температуры от времени (см. рис. 173) показаны процессы, происходящие с твёрдым телом, помещённым в плаvilную печь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта (c — удельная теплоёмкость вещества, λ — удельная теплота плавления, r — удельная теплота парообразования, q — удельная теплота сгорания топлива, Q — количество теплоты, m — масса вещества).

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

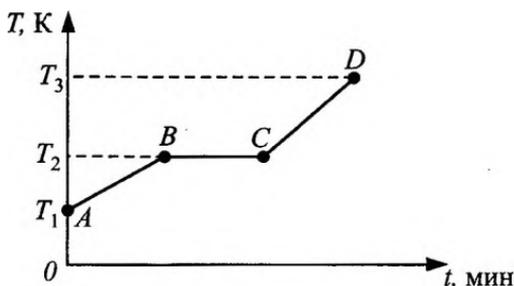


Рис. 173

Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, поглощённой в процессе $A - B$	1) $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
Б) количество теплоты, поглощённой в процессе $B - C$	2) $Q = q \cdot m$
	3) $Q = r \cdot m$
	4) $Q = \lambda \cdot m$

Ответ:

А	Б

425. Кастрюлю поставили на плиту, а через некоторое время огонь под ней выключили. На графике зависимости температуры от времени показаны процессы, происходящие с жидкостью в этой кастрюле (см. рис. 174). Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта (c — удельная теплоёмкость вещества, λ — удельная теплота плавления, r — удельная теплота парообразования, Q — количество теплоты, m — масса вещества).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соот-

ветствующими буквами.

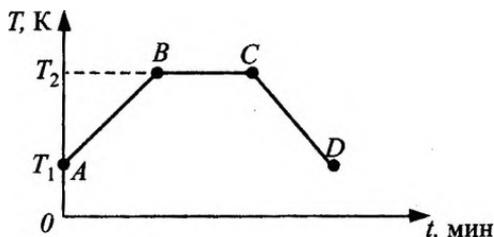


Рис. 174

Физические величины	Формулы
А) количество теплоты, поглощённой в процессе $A - B$	1) $Q = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$
Б) количество теплоты, поглощённой в процессе $B - C$	2) $Q = \lambda \cdot m$
	3) $Q = r \cdot m$
	4) $Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_2)$

Ответ:

А	Б

426. Газ, находящийся под поршнем, который может перемещаться без трения, совершает изотермический процесс. Графики А и Б представляют зависимости физических величин от объёма газа под поршнем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которые эти графики могут представлять.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) работа газа</p> <p>2) внутренняя энергия</p> <p>3) количество теплоты</p> <p>4) давление газа</p>

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

Ответ:

А	Б

427. В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б (p — давление газа, V — объём газа, m — масса газа) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

Формулы	Физические величины
А) $\sqrt{\frac{3pV}{m}}$	1) температура
Б) $\frac{3pV}{2}$	2) внутренняя энергия
	3) количество молекул газа
	4) среднеквадратичная скорость молекул газа

Ответ:

А	Б

§ 3. Электродинамика

Теоретический материал

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 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ (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

$$C = \frac{q}{\varphi}; \quad [C] = \Phi; \quad 1 \Phi = 10^6 \text{ мк}\Phi = 10^{12} \text{ пк}\Phi.$$

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, ρ — удельное сопротивление, S — площадь поперечного сечения. ρ 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 от-

ношение 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:

$$W = I^2 Rt.$$

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 Φ 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:

$$F = BI l \sin \alpha.$$

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° 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° 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 возникают 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 ёмкостью C и катушки индуктивностью L (см. рис. 175).

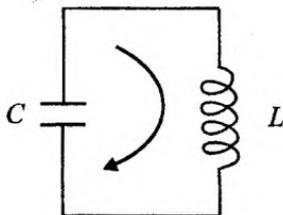


Рис. 175

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.

$$I = I_0 \cos \omega t;$$

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

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 отстаёт от тока на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t;$$

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

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

$$R_L = \omega L.$$

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

$$I = I_0 \cos \omega t.$$

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

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 напряжения на 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.

3.7. 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. 176).

α — угол падения, β — угол отражения.

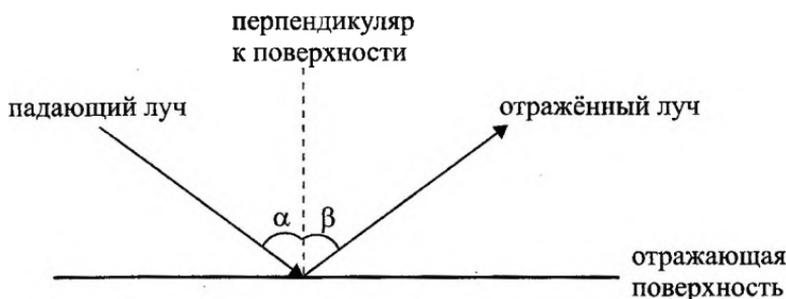


Рис. 176

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. 177).

Второй закон преломления:

Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и называется относительным показателем преломления второй среды относительно первой:

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

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

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

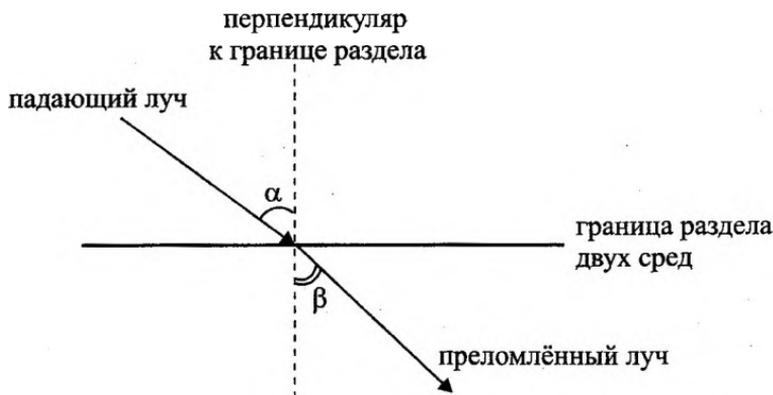


Рис. 177

Полное отражение

Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, то при выполнении условия $\alpha > \alpha_0$, где α_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:

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

3.8. 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 (Δ) в точке наложения лучей наблюдается *максимум или минимум интерференции*. Если разность хода лучей от синфазных источников Δ 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, λ — длина волны (см. рис. 178).

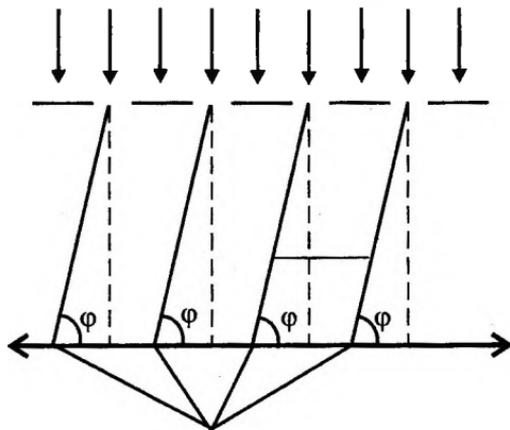


Рис. 178

3.9. Основы специальной теории относительности

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 τ_0 — промежуток времени между событиями в неподвижной системе отсчёта, τ — 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:

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

Задания

3.10. Элементы содержания № 13.

Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления)

428. В середине электрического диполя находится положительный заряд (см. рис. 179). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на этот заряд со стороны поля диполя? Ответ запишите словом (словами).

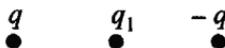


Рис. 179

Ответ: _____.

429. В однородном электрическом поле подвешенный на нити отрицательно заряженный шарик отклонился влево от вертикали (см. рис. 180). Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости поля? Ответ запишите словом (словами).

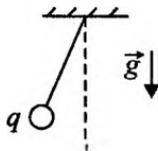


Рис. 180

Ответ: _____.

430. Какое направление относительно рис. 181 (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет вектор напряжённости электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноимёнными зарядами в точке O ? Ответ запишите словом (словами).

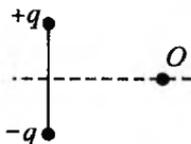


Рис. 181

Ответ: _____.

431. Как направлен относительно рис. 182 (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости поля зарядов в точке A , равноудалённой от обоих зарядов? Ответ запишите словом (словами).

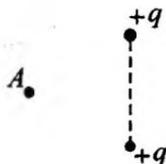


Рис. 182

Ответ: _____.

432. В двух вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые отрицательные точечные заряды (см. рис. 183). Куда будет направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) напряжённость поля системы зарядов в третьей вершине треугольника? Ответ запишите словом (словами).

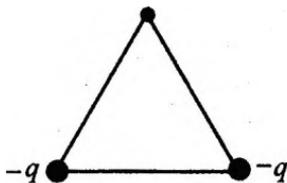


Рис. 183

Ответ: _____.

433. Четыре заряда расположены в углах квадрата (см. рис. 184). Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы, действующий на заряд q_1 , помещённый в центр квадрата? Ответ запишите словом (словами).

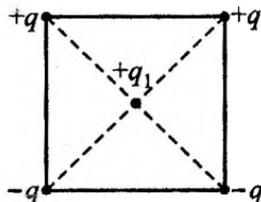


Рис. 184

Ответ: _____.

434. Электрон движется вдоль прямого длинного проводника с током (см. рис. 185). Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

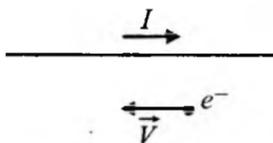


Рис. 185

Ответ: _____.

435. Позитрон движется вдоль прямого длинного проводника с током (см. рис. 186). Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

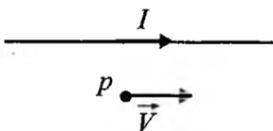


Рис. 186

Ответ: _____.

436. На рис. 187 показана сила Лоренца \vec{F} , действующая на положительно заряженную частицу, которая движется со скоростью \vec{v} в магнитном поле. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитная индукция поля? Ответ запишите словом (словами).

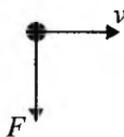


Рис. 187

Ответ: _____.

437. Электрон e имеет горизонтальную скорость, перпендикулярную направлению электрического тока в проводнике (см. рис. 188). Куда направлен (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор ускорения электрона? Ответ запишите словом (словами).

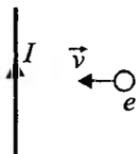


Рис. 188

Ответ: _____.

438. На рис. 189 изображена отрицательно заряженная частица, движущаяся в магнитном поле. Куда будет направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Лоренца, действующая на частицу? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 189

Ответ: _____.

439. На рис. 190 изображена положительно заряженная частица, движущаяся в магнитном поле. Куда будет направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Лоренца, действующая на частицу? Ответ запишите словом (словами).

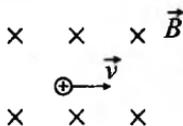


Рис. 190

Ответ: _____.

440. Положительно заряженная частица движется со скоростью \vec{v} в магнитном поле с индукцией \vec{B} , как показано на рис. 191.

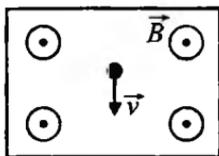


Рис. 191

Куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы Лоренца, действующей на частицу? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

441. На рис. 192 изображён магнит, который вдвигают внутрь проводящего кольца. Как будет направлена относительно кольца магнитная индукция поля индукционного тока (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*), возникающего в кольце? Ответ запишите словом (словами).

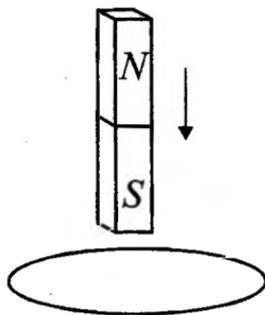


Рис. 192

Ответ: _____.

442. На рис. 193 изображён магнит, который вдвигают внутрь проводящего кольца. Как будет направлена относительно кольца магнитная индукция поля индукционного тока (*вправо, влево, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*), возникающего в кольце? Ответ запишите словом (словами).

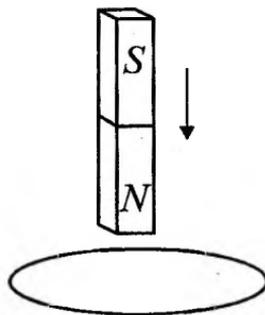


Рис. 193

Ответ: _____.

443. Имеются два проводника с током, направления которых указаны на рис. 194. Если $I_1 > I_2$, то куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор магнитной индукции в середине перпендикуляра к проводникам? Ответ запишите словом (словами).

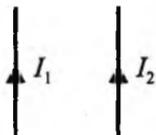


Рис. 194

Ответ: _____.

444. Проводник с током расположен между полюсами постоянного магнита так, как показано на рис. 195. Определите направление силы, действующей на проводник с током (*к наблюдателю, от наблюдателя, вправо, влево, вниз, вверх*). Ответ запишите словом (словами).

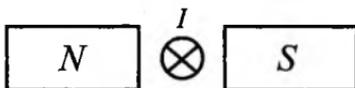


Рис. 195

Ответ: _____.

445. Проводник с током расположен между полюсами постоянного магнита так, как показано на рис. 196. На проводник с током действует сила, направленная от нас перпендикулярно плоскости рисунка. Какой полюс магнита (*положительный, отрицательный, северный, южный*) изображён на рисунке слева? Ответ запишите словом (словами).

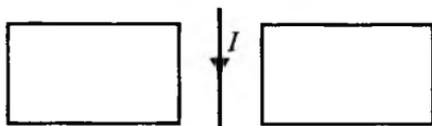


Рис. 196

Ответ: _____.

446. По проводнику течёт ток I . Проводник находится в равновесии в поле тяжести и магнитном поле (см. рис. 197). Как направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в области проводника однородное магнитное поле? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

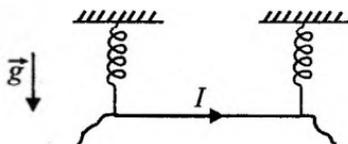


Рис. 197

447. На рис. 198 изображены сечения двух проводников с электрическим током. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, по диагонали к проводнику 1, по диагонали к проводнику 2*) вектора индукции результирующего магнитного поля, созданного этими проводниками. Ответ запишите словом (словами).

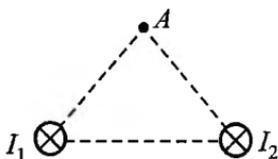


Рис. 198

Ответ: _____.

448. На рис. 199 изображён цилиндрический проводник, по которому идёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*от наблюдателя, к наблюдателю, к проводнику, от проводника*) вектор магнитной индукции в точке C ? Ответ запишите словом (словами).

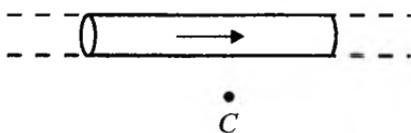


Рис. 199

Ответ: _____.

449. На рис. 200 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка).

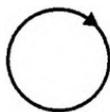


Рис. 200

Определите, куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в центре витка. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

450. На рис. 201 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. 201

Ответ: _____.

451. На рис. 202 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. Куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз*) вектор индукции магнитного поля в центре витка? Ответ запишите словом.

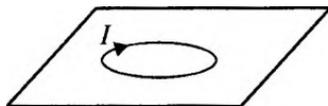


Рис. 202

Ответ: _____.

452. По двум проводникам текут одинаковые по силе токи в направлениях, которые указаны на рис. 203. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке *A*? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 203

Ответ: _____.

453. У длинного прямолинейного проводника с током, расположенного в вертикальной плоскости, потенциал точки A больше потенциала точки B (см. рис. 204). В точке C расположили магнитную стрелку, которая может вращаться в горизонтальной плоскости. Как она развернется своим южным полюсом (*от наблюдателя, к наблюдателю, к проводнику, от проводника*)? Ответ запишите словом (словами).

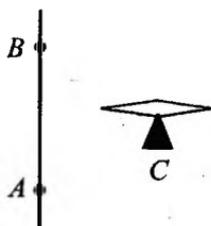


Рис. 204

Ответ: _____.

454. По двум проводникам текут токи в направлениях, которые указаны на рис. 205. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 205

Ответ: _____.

455. По двум параллельным, расположенным в вакууме проводникам текут токи, как показано на рис. 206. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектора магнитной индукции в точке A . Ответ запишите словом (словами).

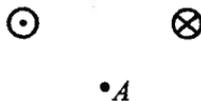


Рис. 206

Ответ: _____.

456. По двум параллельным, расположенным в вакууме проводникам текут токи, как показано на рис. 207. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на положительно заряженную частицу, подлетающую к проводникам. Ответ запишите словом (словами).

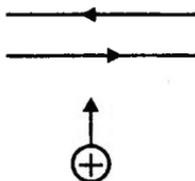


Рис. 207

Ответ: _____.

457. По проводнику АБ протекает постоянный ток. Проводник помещён в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны проводнику (см. рис. 208). Каково направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы Ампера, действующей на проводник, если потенциал точки Б больше потенциала точки А? Ответ запишите словом (словами).

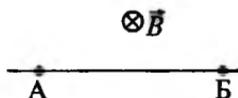


Рис. 208

Ответ: _____.

458. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник № 3 со стороны двух других (см. рис. 209), если все проводники тонкие, лежат на одной плоскости и параллельны друг другу? По проводникам идёт одинаковый ток силой I . Ответ запишите словом (словами).

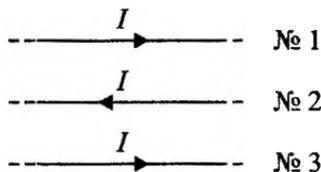


Рис. 209

Ответ: _____.

3.11. Элементы содержания № 14.

Закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца

459. Каков избыточный заряд металлического шарика, если на нём содержится $2 \cdot 10^6$ избыточных электронов?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-13}$ Кл.

460. Какое количество избыточных электронов имеет металлический шарик, если его заряд составляет $8 \cdot 10^{-14}$ Кл?

Ответ: _____.

461. Заряды $q_1 = -80$ нКл и $q_2 = 20$ нКл расположены на расстоянии $l = 0,1$ м друг от друга (см. рис. 210). Найдите, куда нужно поместить третий заряд, чтобы равнодействующая сил, действующая на него со стороны двух других зарядов, была равна нулю.

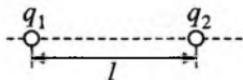


Рис. 210

Ответ: на _____ см правее q_2 .

462. Заряженная пылинка движется в электрическом поле. Во сколько раз уменьшится ускорение пылинки, если её заряд увеличить в 3 раза, а напряжённость поля уменьшить в 9 раз? Силу тяжести и сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: в _____ раз (-а).

463. Два одинаковых точечных заряда находятся на расстоянии 1 м друг от друга и взаимодействуют с силой 90 мкН. Чему равны величины этих зарядов?

Ответ: _____ мкКл.

464. Модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов, находящихся в вакууме, равен $1,8 \cdot 10^{-4}$ Н. Определите расстояние между зарядами, если их величины равны 10^{-8} Кл и $2 \cdot 10^{-8}$ Кл.

Ответ: _____ см.

465. Три точечных заряда q_1 , q_2 и q_3 расположены так, как показано на рис. 211, при этом $q_1 = q_2 = q_3 = q_0$. Если сила взаимодействия между

зарядами q_1 и q_3 равна $F_{13} = 4$ Н, то сумма сил, действующих на заряд q_3 , равна ... Ответ округлите до десятых.

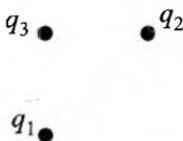


Рис. 211

Ответ: _____ Н.

466. Заряды $+q$ и $-q$ расположены так, как показано на рис. 212. Заряд $\frac{q}{2}$ помещают сначала в точку C , а затем в точку D . Отношение силы, действующей на этот заряд в точке C , к силе, действующей на него в точке D , равно...

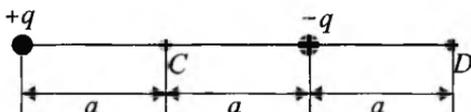


Рис. 212

Ответ: _____.

467. Точечный отрицательный заряд создаёт на расстоянии 10 см поле, напряжённость которого равна 1 В/м. Какова будет напряжённость результирующего поля на расстоянии 10 см от заряда по направлению силовой линии однородного поля, проходящей через заряд, если этот заряд внести в однородное электрическое поле напряжённостью 1 В/м?

Ответ: _____ В/м.

468. Электрическая цепь, представленная на рис. 213, состоит из одинаковых резисторов по 6 Ом каждый. Чему равно сопротивление цепи между точками A и B ?

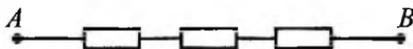


Рис. 213

Ответ: _____ Ом.

469. Каково общее сопротивление трёх одинаковых резисторов по 24 Ом каждый, соединённых параллельно?

Ответ: _____ Ом.

470. Каково сопротивление участка цепи, составленного из трёх одинаковых резисторов сопротивлением 2 Ом каждый (см. рис. 214)?

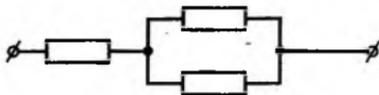


Рис. 214

Ответ: _____ Ом.

471. Каково сопротивление участка цепи, составленного из пяти одинаковых резисторов сопротивлением 3 Ом каждый (см. рис. 215)?



Рис. 215

Ответ: _____ Ом.

472. Каждый из резисторов на участке цепи AB , схема которого изображена на рис. 216, имеет сопротивление 12 Ом. Насколько уменьшится сопротивление участка цепи, если ключ K замкнётся?

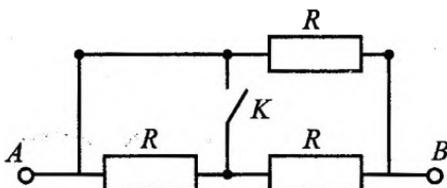


Рис. 216

Ответ: на _____ Ом.

473. Включённый в цепь идеальный амперметр (см. рис. 217) показывает силу тока 1 А. Все резисторы одинаковы, сопротивление каждого равно 10 Ом. Внутреннее сопротивление источника тока равно нулю. Если точки (1) и (3) соединить проводником, то показание амперметра станет равным...

Ответ: _____ А.

474. Чему равно сопротивление электрической цепи между точками А и В (см. рис. 218)?

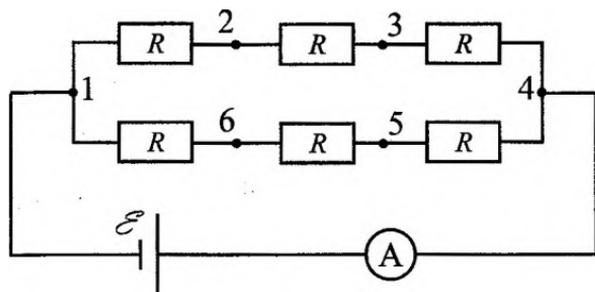


Рис. 217

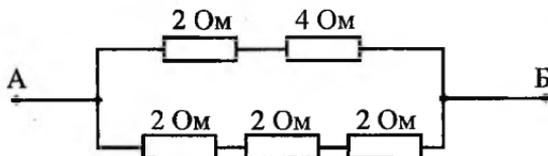


Рис. 218

Ответ: _____ Ом.

475. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 10 \text{ кОм}$ и $R_2 = 40 \text{ кОм}$ включены в цепь так, как показано на рис. 219. Определите отношение сил токов $\frac{I_1}{I_2}$, текущих через эти резисторы.

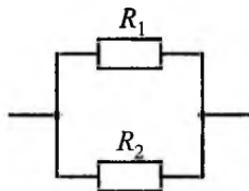


Рис. 219

Ответ: _____.

476. При определении неизвестного сопротивления методом амперметра-вольтметра получили следующие данные:

$I, \text{ A}$	0,5	1,5	2,5	3,5
$U, \text{ В}$	3	9	15	21

Из результатов исследования можно заключить, что сопротивление проводника равно...

Ответ: _____ Ом.

477. Когда цепь разомкнута (см. рис. 220), идеальный вольтметр показывает 8 В. При замкнутой цепи вольтметр показывает 7 В. Сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ом. Чему равен ток короткого замыкания?

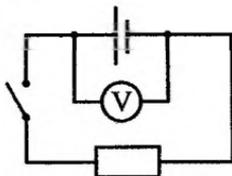


Рис. 220

Ответ: _____ А.

478. Определите силу тока в цепи, показанной на рис. 221.

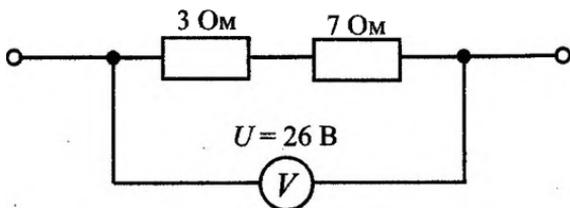


Рис. 221

Ответ: _____ А.

479. Определите силу тока через резистор R_2 (см. рис. 222). Шкала проградуирована в системе СИ.

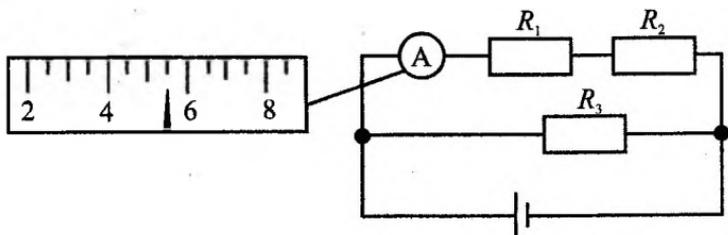


Рис. 222

Ответ: _____ А.

480. Школьник собрал цепь постоянного тока так, как изображено на рис. 223. Каковы показания амперметра? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

Ответ: _____ А.

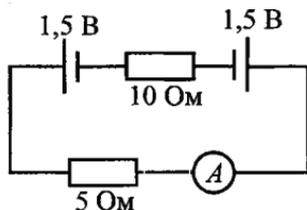


Рис. 223

481. Школьник собрал цепь постоянного тока так, как изображено на рис. 224. Что показывает амперметр?

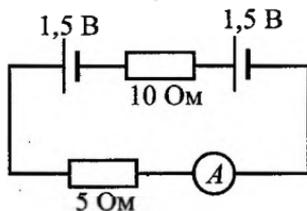


Рис. 224

Ответ: _____ А.

482. На рис. 225 показана схема участка электрической цепи. По участку AC течёт постоянный ток $I = 6$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление $r = 1$ Ом?

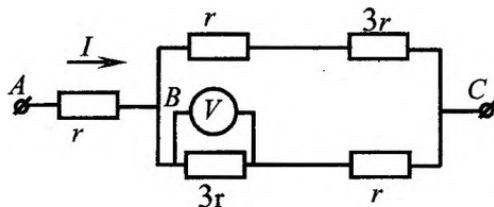


Рис. 225

Ответ: _____ В.

483. Какая мощность выделяется на третьем резисторе (см. рис. 226), если напряжение между точками А и В равно 84 В, а сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 12 Ом?

Ответ: _____ Вт.

484. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C наполовину опустили в жидкий диэлектрик, как показано на рис. 227. Проницаемость диэлектрика равна 6. Найдите, чему стала равна ёмкость конденсатора.

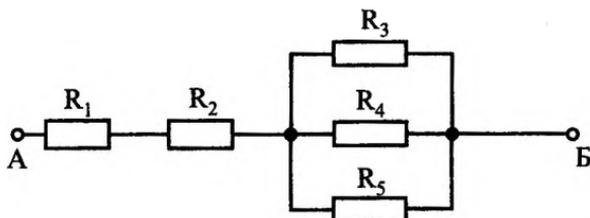


Рис. 226



Рис. 227

Ответ: _____ С.

485. Заряженный до напряжения 200 В конденсатор ёмкостью 100 мкФ параллельно соединили с незаряженным конденсатором ёмкостью 200 мкФ. Найдите заряд, появившийся на втором конденсаторе.

Ответ: _____ мКл.

486. Заряженный конденсатор замкнут на катушку индуктивности. Через какую часть периода колебаний энергия конденсатора будет равна энергии магнитного поля в катушке индуктивности?

Ответ: _____.

487. Какова разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора, расположенными на расстоянии 5 мм друг от друга, если напряжённость поля внутри конденсатора равна 40 кВ/м?

Ответ: _____ В.

488. Первый конденсатор ёмкостью $6C$ подключён к источнику с ЭДС \mathcal{E} , второй — ёмкостью C — к источнику с ЭДС $3\mathcal{E}$. Во сколько раз энергия электрического поля первого конденсатора меньше энергии электрического поля второго?

Ответ: в _____ раз(-а).

489. На участок цепи, изображённый на рис. 228, подано напряжение $U = 20$ В ($R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 10$ Ом). Чему должно быть равно сопротивление R_1 , чтобы выделяющаяся на нём энергия увеличилась в 4 раза?

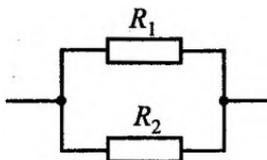


Рис. 228

Ответ: _____ Ом.

490. На участок цепи, изображённый на рис. 229, подано напряжение $U = 20$ В ($R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 10$ Ом). Какое напряжение U_2 надо подать на участок, чтобы выделяющаяся на R_1 энергия уменьшилась в 4 раза?

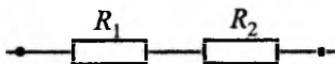


Рис. 229

Ответ: _____ В.

491. Два резистора сопротивлениями 3 Ом и 7 Ом, соединённые последовательно, подключены к аккумулятору, напряжение на клеммах которого равно 20 В. Какая тепловая мощность выделяется в резисторе меньшего номинала?

Ответ: _____ Вт.

492. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 6$ Ом и $R_2 = 18$ Ом включают в электрическую цепь последовательно. Найдите отношение $\frac{P_2}{P_1}$ мощностей, выделяемых на первом и втором сопротивлениях.

Ответ: _____.

493. К источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 25$ В подключено внешнее сопротивление R_1 , которое затем меняют на R_2 . В обоих случаях полезная мощность оказывается равной 25 Вт. Отношение напряжений на зажимах источника для двух этих различных подключений $\frac{U_1}{U_2} = 5$. Чему равен ток короткого замыкания?

Ответ: _____ А.

494. Две никелиновые проволоки одинаковой длины последовательно включены в цепь постоянного тока. У 1-й проволоки площадь поперечного сечения в 2 раза больше, чем у 2-й. Найдите отношение количества теплоты $\frac{Q_2}{Q_1}$, выделившейся на проволоках за одинаковое время.

Ответ: _____.

495. Две нихромовые проволоки одинаковой длины параллельно включены в цепь постоянного тока. У 1-й проволоки площадь поперечного сечения в 2 раза больше, чем у 2-й. Найдите отношение количества теплоты $\frac{Q_2}{Q_1}$, выделившейся на проволоках за одинаковое время.

Ответ: _____.

496. Два резистора сопротивлениями $R_1 = 9 \text{ Ом}$ и $R_2 = 18 \text{ Ом}$ включают в электрическую цепь параллельно. Найдите отношение $\frac{P_2}{P_1}$ мощностей, выделяемых на первом и втором сопротивлениях.

Ответ: _____.

497. Лампочка, рассчитанная на напряжение 12 В, обладает сопротивлением 2 Ом. Какую работу совершает ток в лампочке в течение 5 мин?

Ответ: _____ кДж.

498. Электрочайник, включённый в сеть напряжением 220 В, потребляет мощность 2,2 кВт. Найдите силу тока, проходящего через спираль электрочайника.

Ответ: _____ А.

499. Чему равно сопротивление спирали паяльника, если при включении в сеть напряжением 220 В он за 1 час израсходовал электроэнергию на 70 коп.? Стоимость 1 кВт·час равна 3,5 руб.

Ответ: _____ Ом.

3.12. Элементы содержания № 15.

Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе

500. На графике (см. рис. 230) представлена зависимость силы тока от времени в катушке с индуктивностью 0,2 Гн. Величина ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, равна...

Ответ: _____ мВ.

501. Если сила тока в катушке индуктивностью 0,4 Гн изменяется с течением времени так, как показано на графике (см. рис. 231), то максимальное значение ЭДС самоиндукции в катушке равно...

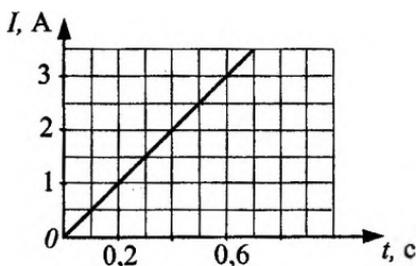


Рис. 230

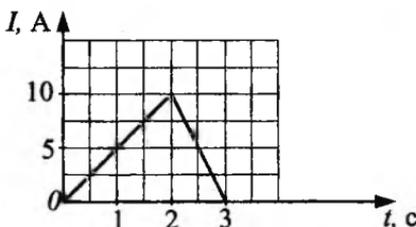


Рис. 231

Ответ: _____ В.

502. В контуре индуктивностью $L = 0,5$ Гн сила тока равномерно увеличивалась от 1 А до 5 А за 0,1 с. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникшая в контуре?

Ответ: _____ В.

503. Замкнутый контур площадью сечения 25 см^2 помещён в магнитное поле, индукция которого меняется, как представлено на графике (см. рис. 232). Сопротивление контура равно 1 Ом. Найдите максимальное значение силы индукционного тока.

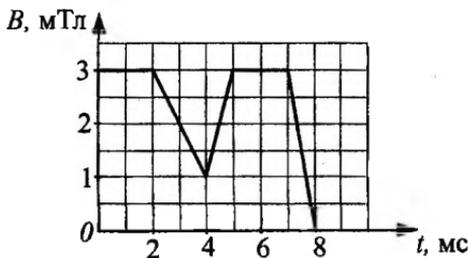


Рис. 232

Ответ: _____ А.

504. Определите изменение магнитного потока за $0,015$ с, пронизывающего проводящую рамку, если в ней индуцируется ЭДС $-4,5$ мВ.

Ответ: _____ мкВб.

505. Определите ЭДС индукции, возникающую в проводящем контуре, если магнитный поток, пронизывающий контур, за $0,16$ с меняется от $0,098$ Вб до $0,010$ Вб.

Ответ: _____ В.

506. Магнитный поток $0,02$ Вб возникает в катушке индуктивности 2 Гн при силе тока...

Ответ: _____ А.

507. За 1 с магнитный поток, пронизывающий площадку, ограниченную проводящим контуром, уменьшается на $0,05$ Вб. Чему равна ЭДС электромагнитной индукции, возникающая в контуре?

Ответ: _____ В.

508. Проволочный виток площадью 4 дм² расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции однородного магнитного поля. Величина вектора магнитной индукции равна 50 мТл. За $0,5$ с поле равномерно спадает до нуля. ЭДС индукции в витке равна...

Ответ: _____ мВ.

509. Катушка индуктивностью $0,5$ Гн включена в цепь постоянного тока. С помощью реостата в цепи изменяют силу тока от $0,5$ А до $0,7$ А в течение 1 с. Какая ЭДС самоиндукции возникнет в катушке за это время?

Ответ: _____ В.

510. Какова индуктивность катушки, если при изменении тока на 3 А за 2 с в ней возникает ЭДС самоиндукции $0,9$ В?

Ответ: _____ Гн.

511. Проводящая рамка площадью 20 см² помещена в однородное магнитное поле с индукцией $0,1$ Тл так, что линии магнитной индукции лежат в плоскости рамки. Рамку в течение $0,2$ с поворачивают так, что линии магнитной индукции становятся перпендикулярными её плоскости. Какова величина ЭДС индукции, возникшей при этом в рамке?

Ответ: _____ мВ.

512. Проводящая рамка площадью 40 см² помещена в однородное магнитное поле с индукцией $0,6$ Тл таким образом, что линии магнитной индукции лежат в плоскости рамки. Рамку в течение $0,2$ с повернули так, что в ней

возникла ЭДС индукции величиной 6 мВ. Каким стал угол между линиями магнитной индукции и плоскостью рамки?

Ответ: _____°.

513. В колебательном контуре заряд конденсатора изменяется с течением времени так, как показано в таблице.

t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q , нКл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

С какой частотой изменяется энергия магнитного поля катушки?

Ответ: _____ кГц.

514. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом, равным 50 мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен 2 мКл. Каков будет заряд конденсатора через $t = 75$ мкс?

Ответ: _____ мКл.

515. На рис. 233 изображён график зависимости заряда конденсатора от времени при свободных колебаниях в колебательном контуре. Чему станет равным период колебаний заряда конденсатора, если электроёмкость конденсатора увеличить в 4 раза?

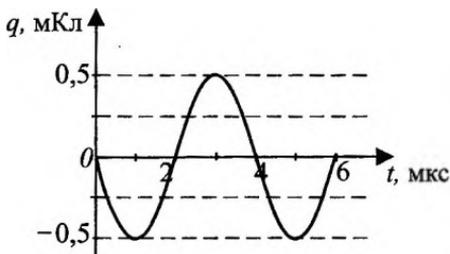


Рис. 233

Ответ: _____ мкс.

516. Во сколько раз изменилась частота колебаний в колебательном контуре, если его индуктивность и ёмкость увеличились в 2 раза?

Ответ: в _____ раз (-а).

517. Конденсатору ёмкостью 0,3 мкФ сообщают заряд 21 мКл и замыкают его на катушку с индуктивностью 3 мГн. Чему будет равна максимальная сила тока в катушке?

Ответ: _____ А.

518. На рис. 234 приведён график зависимости заряда на пластинах воздушного конденсатора колебательного контура. Каким станет период колебаний, если раздвинуть пластины конденсатора, увеличив расстояние между ними в 4 раза?

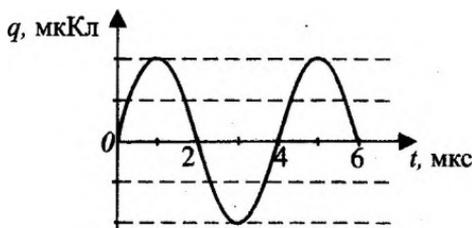


Рис. 234

Ответ: _____ мкс.

519. Контур состоит из катушки индуктивностью $L = 400$ мкГн и конденсатора ёмкостью $C = 400$ пФ. Чему равна частота собственных колебаний контура?

Ответ: _____ МГц.

520. Предельный угол полного внутреннего отражения светового луча на границе некоторой среды и воздуха равен 30° . Каков показатель преломления данной среды?

Ответ: _____.

521. Если свет падает из вакуума на оптически прозрачное вещество с показателем преломления 1,5 под углом падения 30° , то чему будет равен синус угла преломления? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____.

522. Пучок параллельных лучей распространяется на восток. Под каким углом по отношению к пучку нужно расположить плоское зеркало, чтобы после отражения пучок шёл на северо-восток?

Ответ: _____ $^\circ$.

523. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом 35° и преломляется под углом 25° . Чему будет равен угол преломления, если луч падает на эту границу под углом 50° ?

Ответ: _____ $^\circ$.

524. При каком угле падения падающий и отражённый лучи перпендикулярны друг другу?

Ответ: _____ $^\circ$.

525. Каким может быть ход преломлённого луча на границе раздела двух оптических сред (см. рис. 235), если скорость света в первой среде больше, чем во второй?

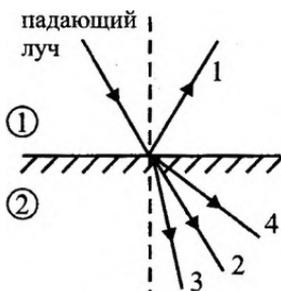


Рис. 235

Ответ: _____

526. Электромагнитная волна проходит из среды с показателем преломления n_1 в среду с показателем преломления n_2 . Чему равно отношение n_2/n_1 , если при этом скорость распространения волны уменьшается в 2 раза?

Ответ: _____.

527. На каком расстоянии от плоского зеркала окажется изображение предмета, расположенного первоначально на расстоянии 30 см от зеркала, если его отодвинуть от зеркала ещё на 10 см?

Ответ: _____ см.

528. На плоское зеркало падает луч таким образом, что угол между падающим и отражённым лучами равен 60° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

529. Луч света падает на плоское зеркало под углом 80° к его поверхности. На сколько градусов уменьшится угол между отражённым лучом и зеркалом, если угол между падающим и отражённым лучами увеличится в 4 раза?

Ответ: на _____ $^\circ$.

530. Луч света падает на плоское зеркало под углом 30° . Чему будет равен угол между падающим лучом и отражённым, если зеркало повернуть на угол 10° так, как показано на рис. 236?

Ответ: _____ $^\circ$.

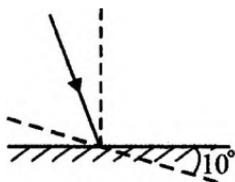


Рис. 236

531. Расстояние между точечным источником и его изображением в плоском зеркале равно 1 м. Каким станет расстояние между изображением и зеркалом, если расстояние между источником и изображением уменьшить на 20 %?

Ответ: _____ см.

532. На линзу падает луч, параллельный главной оптической оси. Как пойдёт луч после преломления в линзе (см. рис. 237)?

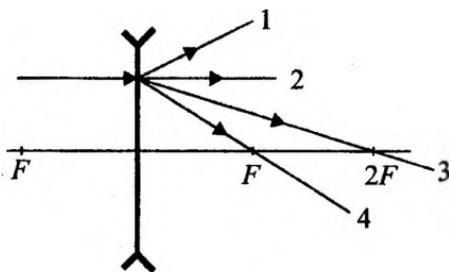


Рис. 237

Ответ: _____.

533. Тонкая рассеивающая линза создаёт изображение предмета, находящегося в фокальной плоскости. Высота предмета H . Какова высота изображения?

Ответ: _____ $\cdot H$.

534. На каком из графиков (см. рис. 238) правильно изображён ход луча от источника после прохождения собирающей линзы?

Ответ: график _____.

535. На рис. 239 показан ход лучей от точечного источника света через тонкую линзу. Найдите оптическую силу линзы.

Ответ: _____ дптр.

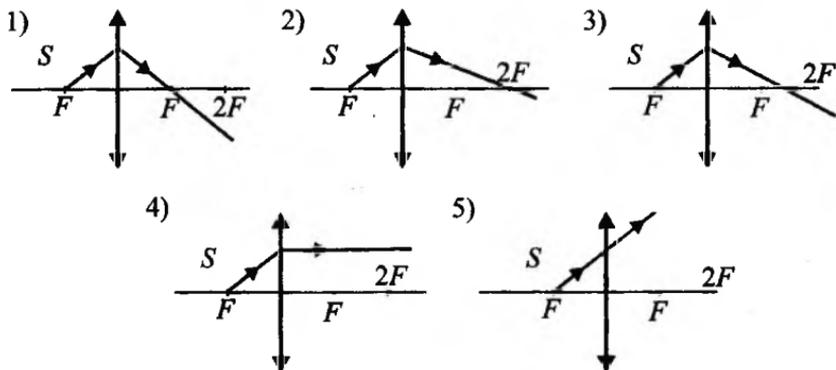


Рис. 238

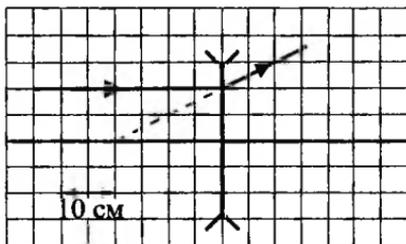


Рис. 239

536. Каково минимально возможное расстояние между предметом и его действительным изображением для собирающей линзы с фокусным расстоянием F ?

Ответ: _____ F .

537. Укажите, какой луч соответствует преломлённому лучу в рассеивающей линзе (см. рис. 240).

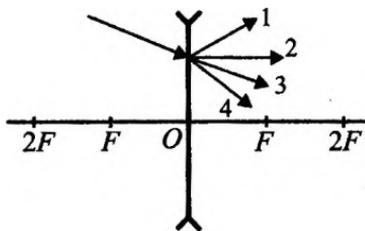


Рис. 240

Ответ: _____.

538. В какой точке будет находиться изображение источника S , полученное рассеивающей линзой (см. рис. 241)?

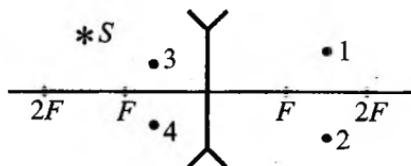


Рис. 241

Ответ: _____

539. Действительное изображение источника света находится на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 5 дптр. Чему при этом равно отношение расстояния от источника света до линзы к расстоянию от линзы до изображения?

Ответ: _____.

3.13. Элементы содержания № 16.

**Электродинамика (объяснение явлений;
интерпретация результатов опытов,
представленных в виде таблицы или графиков)**

540. На рис. 242 показан экспериментальный график зависимости магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, от времени.

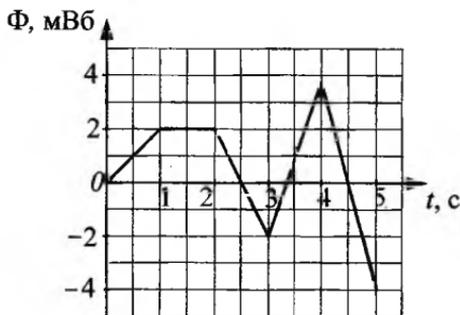


Рис. 242

На основании этого графика выберите из предложенного перечня два верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в промежутке времени от 4 до 5 с.
- 2) Максимальный индукционный ток течёт в контуре в промежутке времени от 1 до 2 с.
- 3) В момент времени 4,5 с магнитный поток, пронизывающий контур, равен нулю.
- 4) В промежутке времени от 0 до 1 с индукционный ток в контуре не течёт.
- 5) В момент времени 2,5 с ЭДС индукции равна 0.

Ответ:

541. Проводник AC перемещают в магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции из плоскости рисунка.

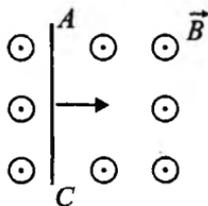


Рис. 243

Выберите из предложенного перечня два утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциал точки C выше потенциала точки A .
- 2) Потенциал точки A выше потенциала точки C .
- 3) Разность потенциалов между точками A и C пропорциональна скорости проводника.
- 4) Разность потенциалов между точками A и C не зависит от направления движения проводника.
- 5) Разность потенциалов между точками A и C пропорциональна квадрату скорости проводника.

Ответ:

542. Проводящий шар радиусом R имеет положительный заряд $+q$. На расстоянии $2R$ от центра шара поместили точечный отрицательный заряд $-2q$.

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

- 1) Потенциал в центре шара изменит знак на противоположный.
- 2) Потенциал в центре шара не изменится.
- 3) Потенциал в центре шара станет равным нулю.
- 4) Точечный заряд будет притягиваться к шару.
- 5) На точечный заряд будет действовать сила, направленная от шара.

Ответ:

543. Нагревательная спираль может подключаться к источнику постоянного напряжения. Лаборант экспериментально исследовал зависимость мощности N , выделяющейся в спирали при протекании по ней электрического тока, от времени t , прошедшего с момента подключения. На рис. 244 приведён график полученной зависимости. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

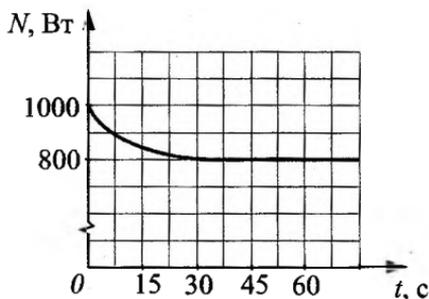


Рис. 244

- 1) После подключения спирали её сопротивление сначала постепенно уменьшается, а затем становится постоянным.
- 2) После подключения спирали её сопротивление сначала постепенно увеличивается, а затем становится постоянным.
- 3) Сила электрического тока, протекающего через спираль, всё время одинакова.
- 4) В цепи устанавливается постоянная сила тока через 30 с после подключения спирали к источнику.
- 5) Сила электрического тока, протекающего через спираль, в течение первых 30 с увеличивается.

Ответ:

544. На рис. 245 приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. Выберите **два** верных утверждения.

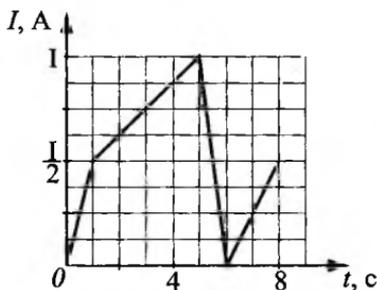


Рис. 245

- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени 4 с.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.

Ответ:

545. Точечные положительные заряды q и $2q$ закреплены на расстоянии L друг от друга в вакууме (см. рис. 246). На середине прямой, соединяющей заряды, поместили точечный отрицательный заряд $-q$.

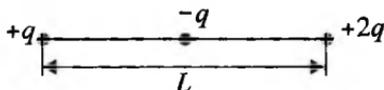


Рис. 246

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

- 1) Модуль и направление силы, действующий на положительный заряд q , не изменятся.

- 2) Модуль силы, действующий на положительный заряд q , не изменится, направление изменится на противоположное.
- 3) В месте нахождения заряда $-q$ напряжённость поля равна нулю.
- 4) Модуль силы, действующий на положительный заряд $2q$, увеличится, направление изменится на противоположное.
- 5) Модуль силы, действующий на положительный заряд q , станет равным нулю.

Ответ:

546. Две лампы сопротивлениями R_1 и R_2 соединили параллельно и подключили к клеммам источника постоянного напряжения U . Выберите два верных утверждения.

- 1) Если одна из ламп перегорит, то вторая тоже гореть не будет.
- 2) Если одна из ламп перегорит, то во второй увеличится сила тока.
- 3) Если сопротивление первой лампы больше, то через неё будет проходить ток меньшей силы.
- 4) Если одна из ламп перегорит, то во второй сила тока не изменится.
- 5) Если сопротивление первой лампы больше, то через неё будет проходить ток большей силы.

Ответ:

547. Металлическое тело, форма которого изображена на рис. 247, зарядили некоторым зарядом. Выберите два верных утверждения.

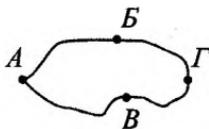


Рис. 247

- 1) Самая большая плотность заряда в точке А.
- 2) Самая маленькая плотность заряда в точке А.
- 3) Самая большая плотность заряда в точке В.
- 4) Самая маленькая плотность заряда в точке В.
- 5) Плотность заряда одинакова во всех точках.

Ответ:

548. На рис. 248 показан экспериментальный график зависимости магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, от времени.

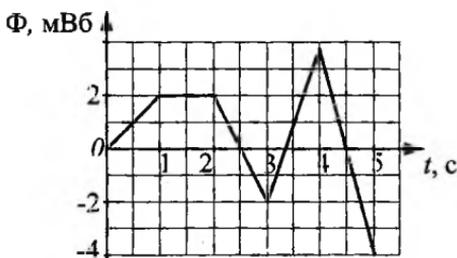


Рис. 248

На основании этого графика выберите из предложенного перечня два верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в промежутке времени от 3 до 4 с.
- 2) В промежутке времени от 1 до 2 с ЭДС равна нулю.
- 3) В начальный момент времени магнитный поток, пронизывающий контур, равен нулю.
- 4) В промежутке времени от 4 до 5 с индукционный ток в контуре не течёт.
- 5) В момент времени 3 с магнитный поток, пронизывающий контур, максимален.

Ответ:

549. Спираль электронагревателя опустили в воду, имеющую температуру 0°C , и включили в сеть с напряжением 220 В. КПД нагревателя равен 78 %. В таблице представлена зависимость температуры воды от времени. Масса воды 2 кг.

Время, мин	0	10	20	30	60	120	180
Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	0	3,3	6,7	10	20,2	40,4	60,7

По результатам эксперимента выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) За 180 минут выкипит 78 % массы воды.
- 2) Через 180 минут выкипит вся масса воды.
- 3) За 30 минут вода получила 84 кДж количества теплоты.
- 4) Сопротивление спирали электронагревателя равно 800 Ом.
- 5) Сопротивление спирали электронагревателя равно 420 Ом.

Ответ:

- 3) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, уменьшенное.
- 4) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, увеличенное.
- 5) Линза собирающая, т. к. по условию изображение и источник расположены по разные стороны от главной оптической оси.

Ответ:

552. Что покажет стрелка гальванометра, подсоединённого в разрыв проводочного кольца, если сквозь него падает полосовой магнит северным полюсом вниз (см. рис. 251)? Выберите два верных утверждения.

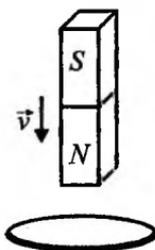


Рис. 251

- 1) Тока не будет.
- 2) Ток будет протекать.
- 3) Ток будет течь по часовой стрелке.
- 4) Ток будет течь против часовой стрелки.
- 5) Направление тока будет изменяться.

Ответ:

553. По резисторам $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, включённым последовательно, течёт постоянный ток. Выберите два правильных ответа.

- 1) Самая большая мощность тока в R_1 .
- 2) Самая большая мощность тока в R_3 .
- 3) Самое большое напряжение на R_1 .
- 4) Самое большое напряжение на R_3 .
- 5) Самый большой ток течёт через R_1 .

Ответ:

554. Ученик проводил опыты с конденсатором. Он измерял заряд на его обкладках при различных напряжениях. Результаты опыта ученик занёс в таблицу.

$U, \text{В}$	0,4	1,1	1,7	2,1	2,7
$q, \text{мКл}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

- 1) Электроёмкость конденсатора примерно равна 20 мкФ.
- 2) Для заряда 0,07 мКл напряжение на конденсаторе может составить 3,5 В.
- 3) Напряжение на конденсаторе не связано с зарядом.
- 4) Заряд обратно пропорционален напряжению.
- 5) Линейная связь заряда и напряжения в данном опыте не выполняется.

Ответ:

555. Как соотносятся для хода лучей из рис. 252 абсолютные показатели преломления n_1 и n_2 двух сред и скорости световой волны v_1 и v_2 в этих средах?

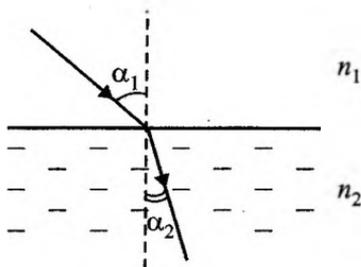


Рис. 252

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, соответствующих результатам опыта, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) $n_1 \neq n_2; v_1 > v_2$.
- 2) $n_1 = n_2; v_1 > v_2$.
- 3) $n_1 = n_2; v_1 < v_2$.
- 4) $n_1 > n_2; v_1 = v_2$.
- 5) $n_1 < n_2; v_1 > v_2$.

Ответ:

556. Изображение точки A в собирающей линзе (см. рис. 253)... Выберите **два** верных утверждения.

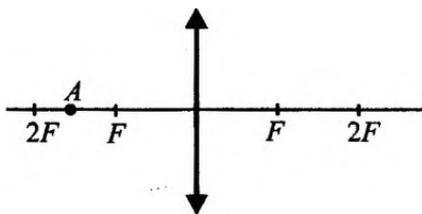


Рис. 253

- 1) действительное
- 2) мнимое
- 3) находится между линзой и фокусом
- 4) находится между фокусом и двойным фокусом
- 5) находится за двойным фокусом

Ответ:

557. В катушке индуктивностью 12 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике, приведённом на рис. 254.

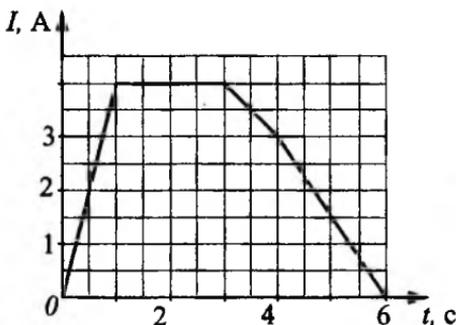


Рис. 254

Используя этот график, из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке, и укажите их номера.

- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 с до 1 с.
- 2) В интервале времени от 1 с до 3 с в катушке энергия магнитного поля остаётся равной 24 мДж.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в интервале времени от 3 с до 4 с равен 12 мВ.

- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 4 с до 6 с.
- 5) Магнитное поле около катушки минимально в интервале времени от 4 с до 6 с.

Ответ:

558. На три конденсатора $C_1 = 1 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$, $C_3 = 3 \text{ мкФ}$, включённых последовательно, подано постоянное напряжение U . Выберите два верных утверждения.

- 1) Самый большой заряд на C_1 .
- 2) Самый большой заряд на C_3 .
- 3) Одинаковый заряд на всех конденсаторах.
- 4) Ёмкость батареи конденсаторов равна $3C$.
- 5) Ёмкость батареи конденсаторов равна $\frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}$.

Ответ:

559. Собрали электрическую цепь, схема которой представлена на рис. 255.

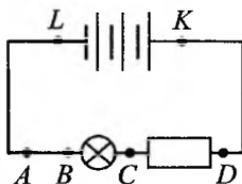


Рис. 255

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения.

- 1) Если между точками A и B подключить ещё одну лампу, то накал первой лампы уменьшится.
- 2) Если между точками A и B подключить ещё одну лампу, то она не будет гореть.
- 3) Если вольтметр подключить к точкам K и L , то его показания будут равны ЭДС батареи.
- 4) Если между точками C и D подключить ещё одну лампу, то накал первой лампы увеличится.
- 5) Резистор и лампа подключены к батарее параллельно.

Ответ:

560. Для экспериментального изучения закона Ома для участка цепи были проведены измерения силы постоянного тока I , текущего по двум различным участкам цепи, и напряжения U на этих участках (см. рис. 256). По результатам измерений были построены графики зависимостей $I(U)$. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

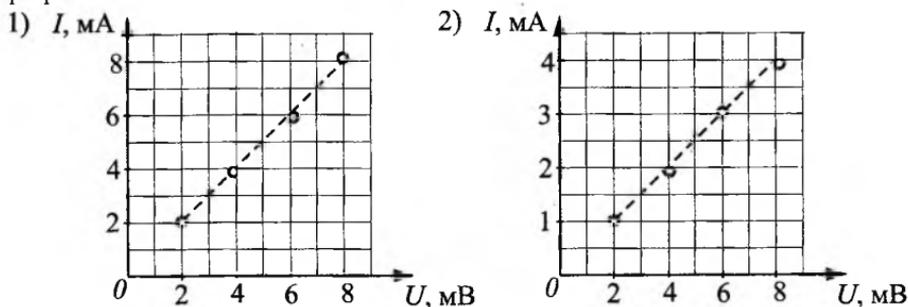


Рис. 256

- 1) В первом случае сопротивление участка цепи равно 1 Ом.
- 2) Во втором случае сопротивление участка цепи равно 0,5 Ом.
- 3) На участке цепи, сопротивление которого больше, сила тока при увеличении напряжения возрастает медленнее.
- 4) На обоих графиках зависимость силы тока от напряжения имеет одинаковый наклон.
- 5) На участке цепи, сопротивление которого больше, сила тока при увеличении напряжения возрастает быстрее.

Ответ:

561. Имеются две тонкие проволоки 1 и 2 равной длины, изготовленные из одинакового материала. Через них течёт ток силой 0,6 А. Используя графики зависимости изменения температуры этих проволок от времени (см. рис. 257), из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных.

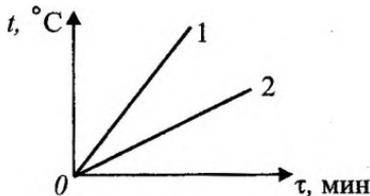


Рис. 257

- 1) Поперечное сечение проволоки 2 больше поперечного сечения проволоки 1.
- 2) Сопротивление проволоки 2 больше сопротивления проволоки 1.
- 3) Мощность, выделяющаяся в проволоке 2, больше мощности, выделяющейся в проволоке 1.
- 4) Масса проволоки 2 больше массы проволоки 1.
- 5) Температуры плавления проволока 2 достигнет раньше, чем проволока 1.

Ответ:

562. В справочнике физических свойств различных материалов имеется следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление при 0 °С, Ом · мм ² /м
Серебро	10,5	0,015
Золото	19,3	0,023
Медь	8,92	0,017
Алюминий	2,7	0,025
Свинец	11,34	0,2
Вольфрам	19,3	0,053

Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

- 1) При равной площади поперечного сечения проводник из свинца длиной 10 м будет иметь электрическое сопротивление почти в 10 раз меньше, чем проводник из золота.
- 2) Проводники из золота и вольфрама при одинаковых размерах будут иметь приблизительно равные электрические сопротивления.
- 3) Проводники из золота и вольфрама при одинаковых размерах будут иметь приблизительно равные массы.
- 4) При замене медного провода на алюминиевый той же длины и того же сопротивления масса провода увеличится.
- 5) При одинаковых размерах наилучшим проводником из приведённых в таблице является серебро.

Ответ:

563. На рис. 258 приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивностью 1 Гн. Выберите два верных утверждения на основании данных приведённого графика.

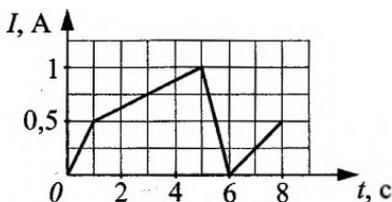


Рис. 258

- 1) В интервале времени 5–6 с ЭДС самоиндукции в катушке не возникает.
- 2) Величина ЭДС индукции в интервале времени 1–5 с равна 0,125 В.
- 3) Энергия магнитного поля в катушке в момент времени 5 с равна 0,5 Дж.
- 4) В момент времени 6 с из катушки вынимают сердечник.
- 5) В интервале 0–6 с направление действия ЭДС не изменяется.

Ответ:

564. На рис. 259 приведён график зависимости силы тока от сопротивления реостата, подключённого к источнику постоянного тока. Выберите два верных утверждения на основании анализа приведённого графика.

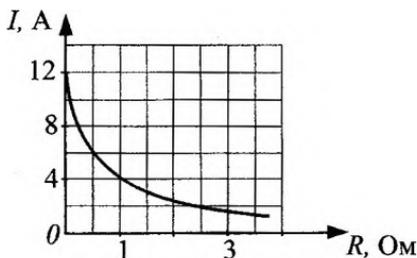


Рис. 259

- 1) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 2) Внутреннее сопротивление источника тока равно 1 Ом.
- 3) Мощность, выделяющаяся в реостате при силе тока 8 А, равна 16 Вт.
- 4) Падение напряжения на реостате при сопротивлении 4 Ом равно 8 В.
- 5) КПД источника равен 50 %.

Ответ:

565. Учитель демонстрирует опыт (см. рис. 260), в ходе которого в зазор между обкладками конденсатора помещается стеклянная пластинка. Выберите два верных утверждения на основании процессов, наблюдаемых в ходе опыта.

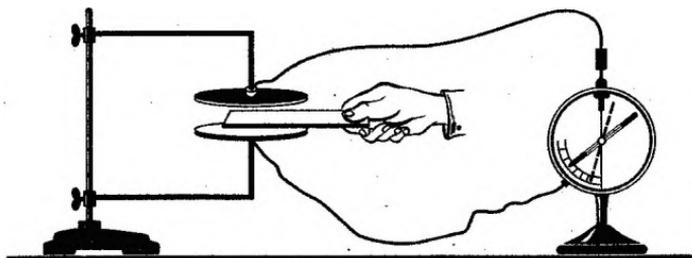


Рис. 260

- 1) Ёмкость конденсатора уменьшается.
- 2) Напряжение на конденсаторе уменьшается.
- 3) Стеклянная пластинка поляризуется в электрическом поле.
- 4) Поле внутри стеклянной пластинки не проникает.
- 5) Напряжённость поля между обкладками возрастает.

Ответ:

566. На рис. 261 представлены предмет AB и его изображение $A'B'$ в собирающей линзе.

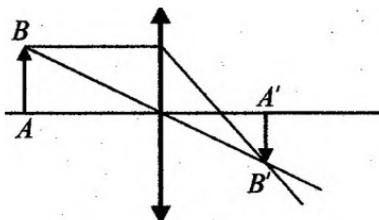


Рис. 261

Используя рисунок, выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы.
- 3) Изображение в линзе мнимое.
- 4) Предмет расположен между фокусом и двойным фокусным расстоянием от линзы.

5) Изображение в линзе действительное.

Ответ:

567. На рис. 262 показаны графики зависимости амплитуд напряжений на конденсаторе, резисторе и катушке индуктивности от частоты источника переменного тока при исследовании явления резонанса в последовательной цепи переменного тока.

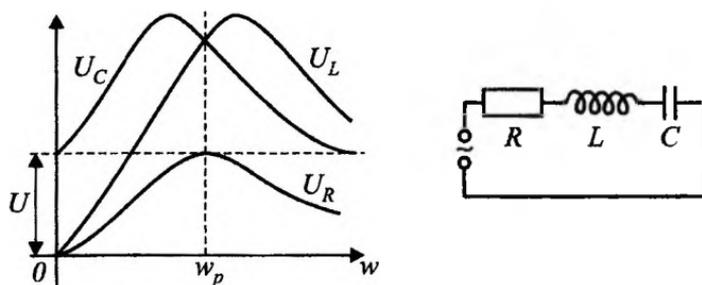


Рис. 262

На основании этого графика выберите из предложенного перечня два верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Амплитуда силы тока в цепи не зависит от частоты источника.
- 2) Амплитуды напряжений на катушке и конденсаторе становятся максимальными при одной и той же частоте.
- 3) Амплитуда напряжения на резисторе максимальна, если амплитуды напряжений на катушке и конденсаторе совпадают.
- 4) При малых частотах напряжение на катушке индуктивности мало.
- 5) При больших частотах напряжение на конденсаторе велико.

Ответ:

568. Тонкая мыльная плёнка освещается белым светом. При этом она окрашивается в жёлтый цвет. Выберите два верных утверждения на основании анализа данного опыта.

- 1) Окрашивание плёнки можно объяснить явлением дисперсии.
- 2) Окрашивание плёнки можно объяснить явлением интерференции.
- 3) Для жёлтого цвета наблюдается максимум интерференции.
- 4) Волны всех цветов, кроме жёлтого, отражаются.
- 5) Волны жёлтого цвета не преломляются.

Ответ:

569. На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом R находится положительный заряд Q . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке A равна 18 В/м . Все расстояния указаны на рис. 263.

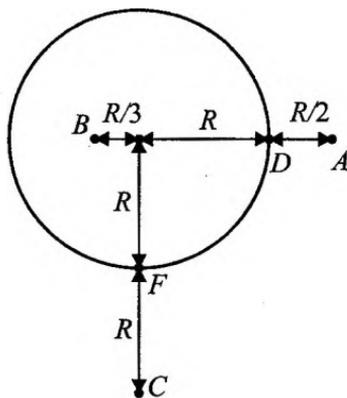


Рис. 263

Используя этот рисунок, из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающих данную ситуацию, и укажите их номера.

- 1) Напряжённость поля в точке C $10,125 \text{ В/м}$.
- 2) Потенциал электростатического поля в точке C выше, чем в точке F : $\varphi_C > \varphi_F$.
- 3) Потенциал электростатического поля в точках D и F одинаков: $\varphi_D = \varphi_F$.
- 4) Напряжённость поля в точке B $E_B = 364,5 \text{ В/м}$.
- 5) Потенциал электростатического поля в точке B выше, чем в точке D : $\varphi_B > \varphi_D$.

Ответ:

570. В справочнике физических свойств различных материалов имеется следующая таблица.

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии, г/см ³	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг · °С)
Серебро	10,5	234
Золото	19,3	130
Медь	8,92	385
Алюминий	2,7	930
Свинец	11,34	130
Вольфрам	19,3	134

Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

- 1) При равных массах самой большой теплоёмкостью будет обладать золото.
- 2) При одинаковых размерах тел из золота и вольфрама их масса и количество теплоты, необходимое для нагревания на одно и то же число градусов, будут приблизительно одинаковы (разница не более 5 %).
- 3) При одинаковых размерах тел из золота и свинца их масса и количество теплоты, необходимое для нагревания на одно и то же число градусов, будут приблизительно одинаковы (разница не более 5 %).
- 4) При равном объёме тел из меди и алюминия отдадут примерно одинаковое количество теплоты (разница не более 5 %) при охлаждении на одно и то же число градусов.
- 5) При равном объёме тел из серебра и алюминия отдадут примерно одинаковое количество теплоты (разница не более 5 %) при охлаждении на одно и то же число градусов.

Ответ:

571. Колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью $C = 25$ мкФ и катушки индуктивностью $L = 1$ Гн (см. рис. 264а). Напряжение на клеммах конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рис. 264б.

Используя рисунок, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Максимальная энергия магнитного поля катушки равна 1,25 мДж.
- 2) Между 8-й и 9-й секундами энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 3) В момент времени $t = 4$ с энергия электрического поля конденсатора максимальна.

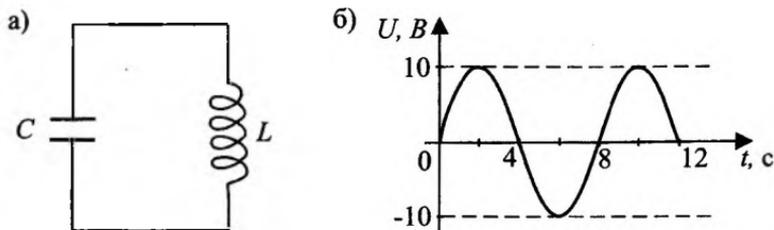


Рис. 264

- 4) Между 2-й и 4-й секундами энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора.
- 5) В момент времени $t = 8$ с энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ:

572. Два незаряженных пластиковых кубика 1 и 2 вплотную придвинули друг к другу и поместили в электрическое поле напряжённостью E , направленной вправо (см. левую часть рис. 265). Такую же процедуру проделали с незаряженными алюминиевыми кубиками. Затем кубики быстро раздвинули, после чего убрали электрическое поле (см. правую часть рис. 265).

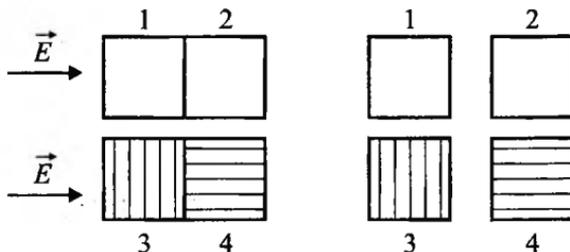


Рис. 265

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения, описывающих данный процесс.

- 1) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 2) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 3) После того, как кубики 1 и 2 раздвигают, кубик 1 приобретает отрицательный заряд.

- 4) После того, как кубики 3 и 4 раздвигают, кубик 4 приобретает положительный заряд.
- 5) При помещении кубиков 1 и 2 в электрическое поле наблюдается явление поляризации.

Ответ:

3.14. Элементы содержания № 17.

Электродинамика (изменение физических величин в процессах)

573. К источнику ЭДС подсоединяют нагрузочный резистор. При уменьшении величины сопротивления этого резистора как изменятся сила тока в цепи и ЭДС источника?

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	Величина ЭДС источника

574. При настройке колебательного контура радиопередатчика его ёмкость увеличили. Как при этом изменились следующие две величины: период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

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.

Период колебаний тока	Длина волны излучения

575. Включённый в цепь идеальный амперметр показывает некоторую силу тока (см. рис. 266). Все резисторы в схеме одинаковы, внутреннее сопротивление источника равно нулю. Как изменятся показания амперметра и полное сопротивление электрической цепи после того, как точки (3) и (4) соединить проводником?

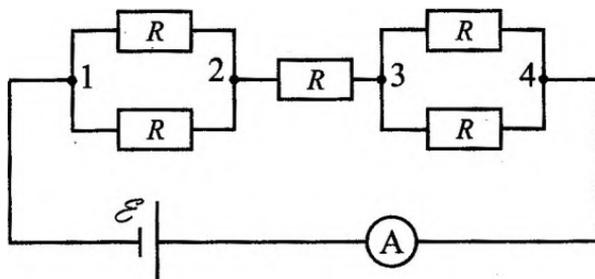


Рис. 266

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.

Показания амперметра	Полное сопротивление цепи

576. Электрический колебательный контур радиоприёмника настроен на некоторую длину волны. Как изменятся частота колебаний и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

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 в контуре	Длина волны

577. В электрической цепи, изображённой на рис. 267, заменяют источник тока на другой с большей ЭДС, но с таким же внутренним сопротивлением. Как изменятся показания амперметра и КПД источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

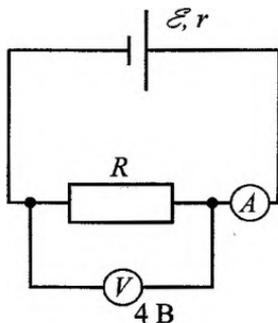


Рис. 267

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

Показания амперметра	КПД источника

578. Электрическая цепь собрана из источника тока и резистора, соединённых последовательно. Как изменятся сила тока и общее сопротивление цепи, если параллельно к имеющемуся подключить ещё один такой же резистор?

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.

Сила тока	Общее сопротивление

579. В однородном магнитном поле находится проводящий виток, ориентированный перпендикулярно линиям магнитной индукции. За некоторый промежуток времени поле уменьшают до нуля, вследствие чего по проводнику протекает некоторый заряд. Как изменятся ЭДС индукции и индукционный ток, если время выключения поля уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ЭДС индукции	Индукционный ток

580. Источник находится на расстоянии чуть меньше, чем F , от собирающей линзы. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и увеличение при движении источника к линзе?

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	Увеличение

581. В цепи, в которую параллельно включены источник напряжения, сопротивление и реостат, уменьшают сопротивление реостата. Как при этом меняются напряжение на сопротивлении и напряжение на реостате?

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.

Напряжение на сопротивлении	Напряжение на реостате

582. При настройке колебательного контура радиопередатчика его индуктивность уменьшили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

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 излучаемых волн	Длина волны излучения

583. Несущая заряд q частица массой m влетает в однородное магнитное поле с индукцией B и начинает двигаться по окружности радиусом r . Как изменятся радиус траектории частицы и период её обращения при увеличении индукции поля B ?

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 частицы	Период обращения

584. Акустическая волна переходит из среды, в которой её скорость равна V , в среду, где её скорость в 2 раза меньше. Что произойдёт с частотой волны и периодом её колебаний?

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	Период колебаний

585. Как при увеличении напряжения на резисторе изменятся сопротивление резистора и мощность, выделяемая на нём?

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.

Сопротивление резистора	Мощность, выделяемая на резисторе

586. Как изменятся тепловая мощность, выделяемая на проволочном резисторе, и его электрическое сопротивление, 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.

Тепловая мощность	Сопротивление

587. На рис. 268 изображена схема электрической цепи, содержащей резистор, реостат, источник тока и вольтметр. Как изменятся показания вольтметра и сила тока, текущего через резистор, при перемещении ползунка реостата в крайнее правое положение?

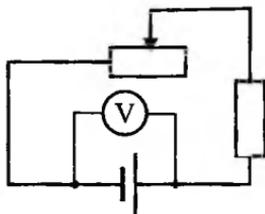


Рис. 268

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.

Показания вольтметра	Сила тока

588. Что произойдёт с потенциалом поля, созданного отрицательным зарядом в точке нахождения положительного заряда, и с модулем силы взаимодействия между зарядами при приближении положительного заряда к точечному отрицательному заряду?

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.

Потенциал	Модуль силы взаимодействия

589. Два бесконечно длинных прямых проводника с одинаково направленными токами сближаются. Что произойдёт в процессе сближения с индукцией магнитного поля, созданного этими проводниками в середине соединяющего их отрезка, и с силой взаимодействия проводников?

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.

Индукция магнитного поля	Сила взаимодействия проводников

590. Амперметр, включённый в электрическую цепь, показывает некоторое значение силы тока в цепи (см. рис. 269а). Что произойдёт с показаниями амперметра и его внутренним сопротивлением, если к нему параллельно включить дополнительное сопротивление (шунт) (см. рис. 269б)?

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.

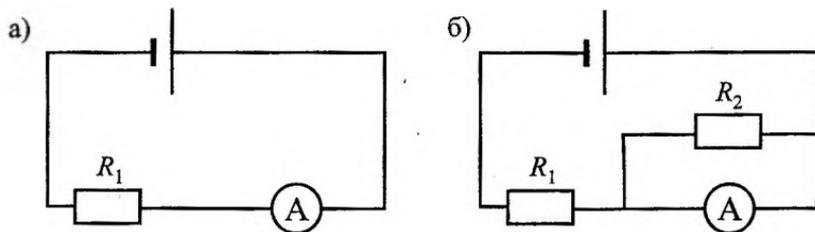


Рис. 269

Показания амперметра	Внутреннее сопротивление

591. В понижающем трансформаторе заменяют вторичную катушку на новую, с меньшим числом витков. Как изменятся вследствие замены коэффициент трансформации и сила тока во вторичной обмотке?

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.

Коэффициент трансформации	Сила тока

592. Как изменятся собственная частота колебательного контура и длина волны, на которую он настроен, если в конденсатор поместить пластину из диэлектрика?

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.

Собственная частота	Длина волны

593. По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при увеличении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление?

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	Сопротивление резистора

594. Положительно заряженный шарик массой m равномерно движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . Вектор скорости шарика перпендикулярен вектору магнитной индукции. Заряд шарика q . Если скачком увеличить значение вектора индукции магнитного поля, то что произойдёт при этом с кинетической энергией и радиусом вращения? 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.

Кинетическая энергия	Радиус вращения

595. Частота света, падающего на дифракционную решётку, увеличивается. Как при этом меняются угол дифракции, определяющий направление на максимум первого порядка, и длина волны света?

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 дифракции	Длина волны

596. Как изменятся показания каждого из двух амперметров в электрической цепи, изображенной на рис. 270, если изменить полярность источника напряжения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

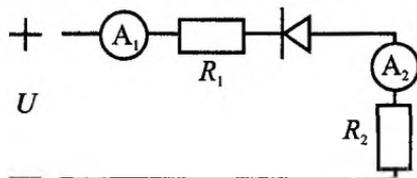


Рис. 270

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

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

Показания первого амперметра A_1	Показания второго амперметра A_2

597. Рядом с бесконечно длинным прямым проводом с током расположена прямоугольная проволочная рамка (см. рис. 271). Сила тока I увеличивается с постоянной скоростью.

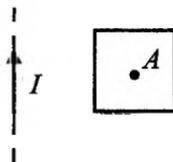


Рис. 271

Как изменятся индукция магнитного поля в точке A , созданного проводом, и сила индукционного тока в рамке?

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.

Индукция магнитного поля	Сила индукционного тока

598. Как изменятся магнитный поток и сопротивление катушки с постоянным током, если в неё поместить сердечник из ферромагнетика?

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.

Магнитный поток	Сопротивление катушки

599. Между обкладками плоского воздушного конденсатора, подключённого к источнику питания, поместили фарфоровую пластинку. Как при этом изменятся ёмкость и энергия конденсатора?

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	Энергия конденсатора

600. Свет падает на границу раздела «воздух — вода» (см. рис. 272). Как изменятся угол преломления и скорость распространения света в воде, если увеличить угол падения?

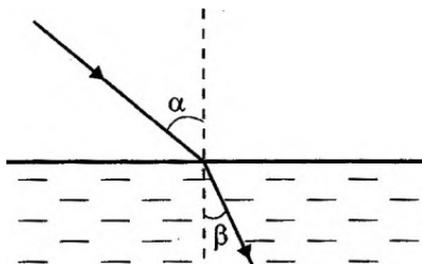


Рис. 272

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	Скорость распространения света в воде

601. В опытах по наблюдению дифракции света с помощью дифракционной решётки используют лазерную указку, дающую красный свет. Как изменятся расстояние между спектрами 1-го порядка и длина волны света, если заменить указку на другую, дающую зелёный свет?

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 между спектрами	Длина волны света

602. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника питания. Как изменятся ёмкость и энергия конденсатора, если увеличить расстояние между его обкладками?

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	Энергия конденсатора

603. Как будут меняться индуктивность и энергия магнитного поля катушки с постоянным током, если в неё поместить сердечник из ферромагнетика?

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.

Индуктивность магнитного поля	Энергия магнитного поля

604. Свет падает из оптически более плотной среды в оптически менее плотную. Что произойдёт с углом преломления и предельным углом, если угол падения увеличить (оставляя меньше предельного)?

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	Предельный угол

605. К источнику ЭДС подсоединяют реостат. Как меняются сила тока в цепи и напряжение на реостате при увеличении его сопротивления?

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 на реостате

606. Источник ЭДС с внутренним сопротивлением соединён с реостатом. Что произойдёт с ЭДС источника и силой тока в нём, если сопротивление реостата увеличивать?

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.

ЭДС	Сила тока

607. Что произойдёт с силой тока в цепи и магнитной индукцией внутри катушки, если ползунок реостата переместить влево (см. рис. 273)?

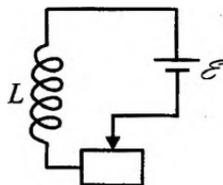


Рис. 273

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	Магнитная индукция

3.15. Элементы содержания № 18.

Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)

608. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

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

Физические величины	Формулы
А) электрическое напряжение	1) IR
Б) электрическое сопротивление	2) $\frac{A}{t}$
	3) $\frac{q}{t}$
	4) $\frac{\rho l}{S}$

Ответ:

А	Б

609. Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения.

Физические величины	Единицы измерения
А) магнитный поток	1) тесла
Б) индуктивность	2) генри
	3) вебер
	4) вольт

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

Ответ:

А	Б

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

Физические величины	Формулы
А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле	1) $\frac{mV}{qB}$
Б) период обращения частицы по окружности в магнитном поле	2) $\frac{2\pi m}{qB}$
	3) $\frac{qB}{mV}$
	4) $\frac{2R}{qB}$

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соот-

ветствующими буквами.

Ответ:

А	Б

611. Установите соответствие между физическими величинами и правилами, по которым можно определить их направление.

Физические величины	Правило определения направления
А) направление силы Ампера	1) правило левой руки
Б) индукционный ток	2) закон электромагнитной индукции
	3) правило Ленца
	4) закон Фарадея

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

Ответ:

А	Б

612. Установите соответствие между физическими явлениями и их названиями.

Физические явления	Названия
А) сложение когерентных волн	1) дифракция
Б) отклонение волны от прямолинейного распространения	2) поляризация
	3) дисперсия
	4) интерференция

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

Ответ:

А	Б

613. На рис. 274 показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).

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

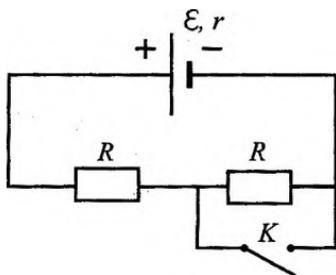


Рис. 274

Физические величины	Формулы
А) сила тока через источник при разомкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
Б) напряжение на источнике при замкнутом ключе K	2) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
	4) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$

Ответ:

А	Б

614. На рис. 275 показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).

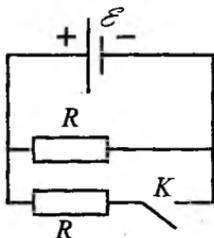


Рис. 275

Физические величины	Формулы
А) мощность источника при разомкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}}{R}$
Б) сила тока через источник при замкнутом ключе K	2) $\frac{2\mathcal{E}}{R}$
	3) $\frac{2\mathcal{E}^2}{R}$
	4) $\frac{\mathcal{E}^2}{R}$

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

Ответ:

А	Б

615. На рис. 276 показан переход светового луча из воздуха в некоторую среду. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

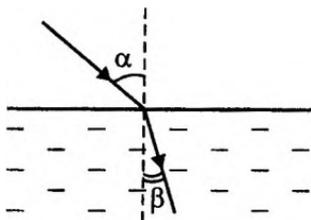


Рис. 276

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

Физические величины	Формулы
А) угол между отражённым и падающим лучами	1) 2α
Б) угол между преломлённым и отражённым лучами	2) $90^\circ - (\alpha + \beta)$
	3) 2β
	4) $180^\circ - (\alpha + \beta)$

Ответ:

А	Б

616. Установите соответствие между фамилиями физиков и открытиями, которые он совершили.

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

Физики	Физические открытия
А) Ампер Б) Генри	1) действие магнитного поля на проводник с током 2) явление самоиндукции 3) тепловое действие тока

Ответ:

А	Б

617. Положительно заряженная пылинка ($q > 0$) массой m влетела со скоростью v в однородное электрическое поле напряжённостью E вдоль его силовых линий. 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) сила, действующая на пылинку со стороны поля	1) qE
Б) скорость пылинки в момент времени t	2) mE
	3) $v + \frac{qE}{m}t$
	4) $\frac{qE}{m}t$

Ответ:

А	Б

618. Положительно заряженная пылинка ($q > 0$) массой m влетела со скоростью v в однородное электрическое поле напряжённостью E вдоль его силовых линий. 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 пылинки	1) $\frac{qE}{m}$
Б) кинетическая энергия пылинки в момент времени t	2) $\frac{mE}{q}$
	3) $\frac{m\left(v + \frac{qE}{m}t\right)^2}{2}$
	4) $\frac{qEt^2}{2m}$

Ответ:

А	Б

619. Через резистор, подключённый к источнику постоянного напряжения, течёт ток. 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) мощность тока	1) $I^2 R$
Б) количество теплоты, выделяющееся в резисторе	2) $U^2 R$
	3) $U^2/(Rt)$
	4) $U^2 t/R$

Ответ:

А	Б

620. Электрон влетает в магнитное поле и описывает окружность. Установите соответствие между величинами, описывающими движение электрона, и формулами для их расчёта.

Физические величины	Формулы
А) скорость	1) $\frac{qBR}{m}$
Б) сила Лоренца	2) $qBRm$
	3) $\frac{q^2 B^2 R}{m}$
	4) $q^2 B^2 Rm$

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

Ответ:

А	Б

621. С Земли наблюдают звездолёт, удаляющийся с некоторой скоростью v . Какими формулами можно вычислить отношение длины звездолёта для земного наблюдателя к длине звездолёта для его пассажира и во сколько раз продолжительность события для земного наблюдателя больше, чем продолжительность события для пассажира звездолёта? 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) отношение длины звездолёта для земного наблюдателя к длине звездолёта для его пассажира	1) $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
Б) величина, показывающая, во сколько раз продолжительность события для земного наблюдателя больше, чем продолжительность события для пассажира звездолёта	2) $1 + \frac{v^2}{c^2}$
	3) $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	4) $\frac{1}{v^2 c^2}$

Ответ:

А	Б

622. На рис. 277 показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление).

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

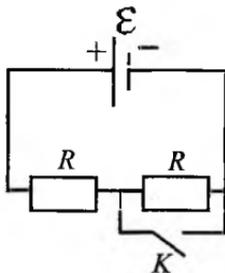


Рис. 277

Физические величины	Формулы
А) сила тока через источник при замкнутом ключе K	1) $\frac{\mathcal{E}}{2R}$
Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе K	2) $\frac{\mathcal{E}}{R}$
	3) $\frac{2\mathcal{E}}{R}$
	4) $\frac{\mathcal{E}}{4R}$

Ответ:

А	Б

623. В колебательный контур включены конденсатор ёмкостью C и катушка индуктивностью L . В процессе гармонических колебаний максимальный заряд на конденсаторе равен Q_{max} , а максимальная сила тока в катушке I_{max} . Укажите, по каким формулам можно определить циклическую частоту колебаний в контуре и максимальную энергию магнитного поля в катушке.

Физические величины	Формулы
А) циклическая частота колебаний	1) $\frac{I_{max}}{Q_{max}}$
Б) максимальная энергия магнитного поля катушки	2) $\frac{Q_{max}}{I_{max}}$
	3) $\frac{Q_{max}^2}{2C}$
	4) $\frac{CI_{max}^2}{2}$

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

Ответ:

А	Б

624. Частица массой 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 (E)	1) mc^2
Б) импульс частицы (p)	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

625. Колебательный контур радиоприёмника, состоящий из катушки с индуктивностью L и конденсатора ёмкостью C , настроен на некоторую длину волны λ (c — скорость света). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) резонансная частота контура ν	1) $\frac{c}{2\pi\sqrt{LC}}$
Б) длина волны λ , на которую настроен контур	2) $2\pi c\sqrt{LC}$
	3) \sqrt{LC}
	4) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

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

Ответ:

А	Б

626. 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) 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

627. На рис. 278 показан переход светового луча из воздуха в некоторую среду. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

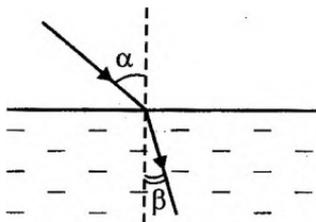


Рис. 278

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

Физические величины	Формулы
А) показатель преломления среды	1) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
Б) скорость света в среде	2) $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$
	3) $c \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
	4) $c \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$

Ответ:

А	Б

628. 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.

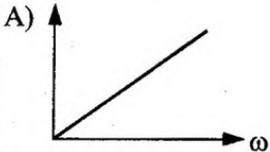
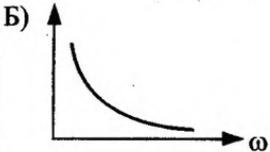
Физические величины	Формулы
А) полезная мощность	1) $\frac{E^2 R}{(R + r)^2}$
Б) коэффициент полезного действия	2) $\frac{R}{R + r}$
	3) $\frac{E^2 r}{(R + r)^2}$
	4) $\frac{ER}{R + r}$

Ответ:

А	Б

629. В цепь переменного тока включён конденсатор ёмкостью C . Частоту тока равномерно увеличивают. Графики А и Б представляют зависимости физических величин от частоты переменного тока. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от частоты они 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
А)  Б) 	1) ёмкость конденсатора 2) ёмкостное сопротивление 3) сила тока

Ответ:

А	Б

630. Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями.

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

Физические величины	Их размерности
А) ёмкость конденсатора	1) $\frac{\text{Кл}^2}{\text{Дж}}$
Б) индуктивность катушки	2) $\frac{\text{В} \cdot \text{А}}{\text{с}}$
	3) $\frac{\text{Дж}}{\text{В}}$
	4) $\frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}}$

Ответ:

А	Б

631. Гармонические колебания в колебательном контуре начинаются после того, как конденсатор заряжен до заряда q_0 . Графики А и Б представляют собой изменения физических характеристик колебаний при изменении ёмкости контура. Установите соответствие между графиками и изменениями физических характеристик.

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

Графики	Изменение характеристик
<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"> 1) зависимость энергии конденсатора от ёмкости 2) зависимость максимальной силы тока в контуре от ёмкости 3) зависимость периода колебаний от ёмкости 4) зависимость силы тока в контуре от частоты колебаний

Ответ:

А	Б

632. Конденсатор, на который подано напряжение U , зарядился до максимального заряда q . e — заряд электрона. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

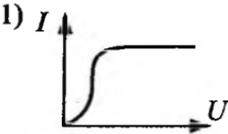
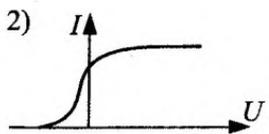
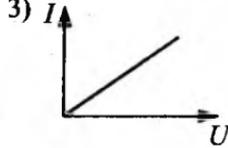
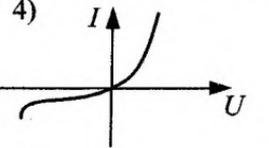
Физические величины	Формулы
А) ёмкость конденсатора	1) $\frac{e}{q}$
Б) число избыточных электронов на отрицательно заряженной обкладке конденсатора	2) $\frac{q}{e}$
	3) $\frac{q}{U}$
	4) $\frac{U}{q}$

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

Ответ:

А	Б

633. Ученик построил на основе экспериментальных точек вольт-амперные характеристики различных элементов. Установите соответствие между элементами цепи и вольт-амперными характеристиками.

Элементы цепи	Вольт-амперные характеристики
А) резистор Б) полупроводниковый диод	<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>

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

Ответ:

А	Б

634. Ученик изучает спектр ртутной лампы, полученный с помощью дифракционной решётки (см. рис. 279). Спектр содержит линии белого, оранжевого, зелёного и фиолетового цветов. Максимумы в наблюдаемой картине обозначены цифрами 1–4. Установите соответствие между длиной волны максимума и его положением в спектре.

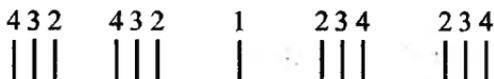


Рис. 279

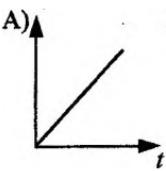
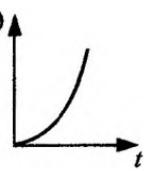
Длина волны максимума	Положение максимума
А) фиолетовый	1) 1
Б) зелёный	2) 2
	3) 3
	4) 4

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

Ответ:

А	Б

635. В катушке индуктивностью L при равномерном увеличении силы тока на ΔI возникла ЭДС самоиндукции \mathcal{E} . Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения силы тока в катушке. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

Графики	Физические величины
 	1) сила тока 2) ЭДС самоиндукции 3) энергия магнитного поля в катушке 4) индуктивность катушки

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

Ответ:

А	Б

636. Через сопротивление величиной R протекает ток силой I в течение t секунд. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) выделившееся тепло	1) $I^2 R$
Б) напряжение на сопротивлении	2) $I^2 R t$
	3) $I R$
	4) $\frac{R}{I}$

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

Ответ:

А	Б

637. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 280). В момент $t = 0$ ключ K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.

T — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени изображены на этих графиках.

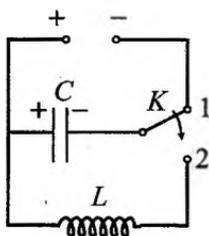


Рис. 280

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) энергия магнитного поля катушки 4) энергия электрического поля конденсатора</p>

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

Ответ:

А	Б

638. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 281). В момент $t = 0$ ключ K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени изображены на этих графиках.

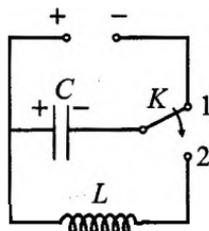
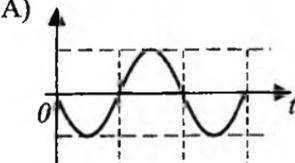
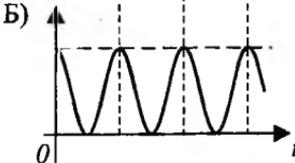


Рис. 281

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) модуль напряжения на конденсаторе 2) сила тока в катушке 3) энергия электрического поля конденсатора 4) энергия магнитного поля катушки</p>

Ответ:

А	Б

639. На рис. 282 показана цепь постоянного тока (\mathcal{E} — ЭДС источника питания, R — сопротивление резистора, r — внутреннее сопротивление источника питания). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от сопротивления нагрузки эти графики могут представлять.

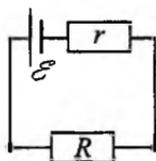
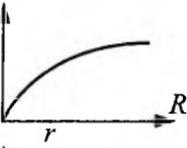
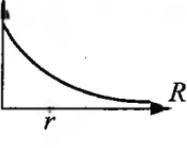


Рис. 282

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) мощность, выделяемая во внешней цепи 2) мощность источника питания 3) сила тока 4) напряжение на зажимах источника</p>

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

Ответ:

А	Б

§ 4. Квантовая физика

Теоретический материал

4.1. Основные понятия и законы квантовой физики

Фотозффектом называется потеря телами электронов под действием света. Существует критическая длина волны (своя для каждого металла), с превышением которой фотозффект прекращается. Так как эта длина волны лежит в длинноволновой области спектра, то её принято называть *красной границей фотозффекта*.

Для объяснения явления фотозффекта Эйнштейн привлёк представление о фотонах (квантах света), предложенное Планком для объяснения теплового излучения тел. *Уравнение Эйнштейна для фотозффекта* 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, энергия которого пропорциональна частоте:

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

4.2. Основные понятия и законы ядерной физики

В 1932 г. советский физик Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель ядра атома. Согласно 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 ΔM называют *дефектом масс*, который определяется по формуле

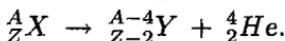
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}},$$

где m_p — масса протона, m_n — масса нейтрона.

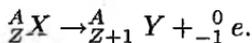
Самопроизвольное испускание неких частиц атомами получило название *радиоактивность*. Было установлено, что радиоактивные элементы испускают три вида излучения. Их назвали α -, β - и γ -лучами.

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

Для α - и β -распада действует *правило смещения*: при α -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 α -распад претерпевает элемент X , то в результате получается элемент Y :



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



При γ -распаде заряд не меняется, масса ядра меняется ничтожно мало.
Число α -распадов

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

Число β -распадов

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

Задания

4.3. Элементы содержания № 19.

Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.
Ядерные реакции640. Сколько всего заряженных частиц в нейтральном атоме ${}_{74}^{184}\text{W}$?

Ответ: _____.

641. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа углерода ${}_{6}^{13}\text{C}$?

Ответ: _____.

642. Сколько протонов содержится в ядре изотопа углерода ${}_{6}^{13}\text{C}$?

Ответ: _____.

643. Сколько нуклонов содержится в ядре изотопа углерода ${}_{6}^{13}\text{C}$?

Ответ: _____.

644. По данным таблицы химических элементов Д. И. Менделеева (см. рис. 283) определите, на сколько число нейтронов в ядре Cz превышает число протонов.

Cz	55
цезий	133

Рис. 283

Ответ: на _____.

645. Какая схема на рис. 284 соответствует атому ${}_{4}^6\text{Be}$?

Ответ: _____.

646. Радиоактивное ядро некоторого химического элемента ${}_{z}^A\text{X}$ испускает γ -квант. Какими после этого станут зарядовое и массовое числа химического элемента?1) $z + 1, A$ 2) $z - 1, A$ 3) $z - 2, A - 4$ 4) z, A

Ответ: _____.

647. При β -распаде ядра ${}_{A}^M\text{X}$ получилось ядро $Z\dots$ 1) ${}_{A-2}^{M-2}Z$ 2) ${}_{A-2}^{M-4}Z$ 3) ${}_{A+1}^{M-4}Z$ 4) ${}_{A+1}^MZ$

Ответ: _____.

648. После α -распада ядра ${}_{A}^M\text{X}$ получилось ядро $Z\dots$ 1) ${}_{A-2}^{M-2}Z$ 2) ${}_{A-2}^{M-4}Z$ 3) ${}_{A+1}^{M-4}Z$ 4) ${}_{A+1}^MZ$

Ответ: _____.

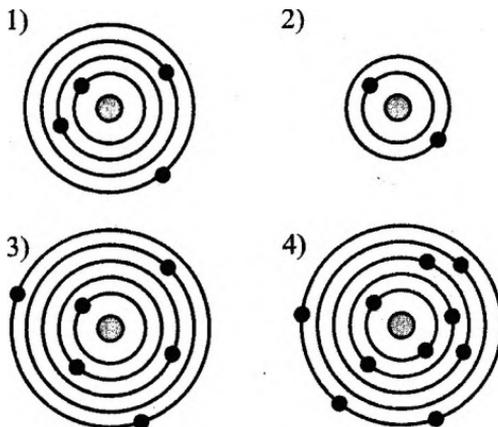


Рис. 284

649. Каким станет зарядовое число химического элемента с порядковым номером Z , испытавшего два β -распада?

- 1) $Z - 2$ 2) $Z + 2$ 3) $Z - 1$ 4) $Z + 1$

Ответ: _____.

650. Каким станет массовое число химического элемента с порядковым номером Z , испытавшего два β -распада и один α -распад?

- 1) $A - 4$ 2) $A - 2$ 3) A 4) $A + 2$

Ответ: _____.

651. В ядро какого химического элемента превратится ядро гольмия ${}_{67}^{163}\text{Ho}$, поглотив (захватив) электрон и испустив при этом α -частицу и γ -квант?

- 1) ${}_{62}^{150}\text{Sm}$ 2) ${}_{63}^{152}\text{Eu}$ 3) ${}_{64}^{159}\text{Gd}$ 4) ${}_{65}^{159}\text{Tb}$

Ответ: _____.

652. Испытав несколько α - и β -распадов, радиоактивный уран ${}_{92}^{236}\text{U}$ превратился в изотоп висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$. Сколько α -распадов и β -распадов испытал уран?

- 1) 2α -распада и 4β -распада
 2) 3α -распада и 6β -распадов
 3) 6α -распадов и 3β -распада
 4) 4α -распада и 3β -распада

Ответ: _____.

653. В изотоп какого вещества превратится ядро радиоактивного плутония ${}_{94}^{240}\text{Pu}$, испытав 7α - и 3β -распадов?

- 1) свинца $^{208}_{82}Pb$
- 2) висмута $^{212}_{83}Bi$
- 3) тория $^{224}_{90}Th$
- 4) висмута $^{210}_{83}Bi$

Ответ: _____.

654. В изотоп какого вещества превратится радиоактивный уран $^{236}_{92}U$, испытав 6 α -распадов и 3 β -распада?

- 1) висмута $^{212}_{83}Bi$
- 2) тория $^{224}_{90}Th$
- 3) висмута $^{210}_{83}Bi$
- 4) свинца $^{206}_{82}Pb$

Ответ: _____.

655. Ядро радиоактивного плутония $^{240}_{94}Pu$, испытав ряд α - и β -распадов, образовало ядро свинца $^{208}_{82}Pb$. Найдите количество произошедших α - и β -распадов.

- 1) 4 α -распада и 8 β -распадов
- 2) 8 α -распадов
- 3) 8 α -распадов и 4 β -распада
- 4) 6 α -распадов и 4 β -распада

Ответ: _____.

656. Сколько α - и β -распадов произойдёт при радиоактивном распаде ядра тория $^{234}_{90}Th$ и его превращении в ядро свинца $^{198}_{82}Pb$?

- 1) 10 α -распадов, 9 β -распадов
- 2) 9 α -распадов, 8 β -распадов
- 3) 9 α -распадов
- 4) 9 α -распадов, 10 β -распадов

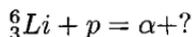
Ответ: _____.

В заданиях 657 – 678 в ответы переносите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

657. Сколько нуклонов содержится в ядре атома никеля $^{59}_{28}Ni$? Сколько электронов содержит данный атом?

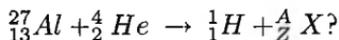
Число нуклонов	Число электронов

658. Какие зарядовое и массовое числа имеет частица, испускаемая при ядерной реакции:



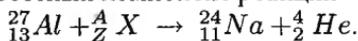
Зарядовое число Z	Массовое число A

659. Какие зарядовое и массовое числа имеет ядро элемента, появляющегося в ходе реакции:



Зарядовое число Z	Массовое число A

660. Определите неизвестный компонент реакции



Ответ: _____.

661. На рис. 285 представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Укажите число электронов и нейтронов в атоме натрия.

	I	II	III
1	1 1,00797 Водород		
2	Li 3 6,939 Литий $\frac{1}{2}$	Be 4 9,0122 Бериллий $\frac{2}{2}$	5 10,811 Бор $\frac{3}{2}$
3	Na 11 22,9898 $\frac{1}{2}$ 8 Натрий	Ng 12 24,312 $\frac{2}{2}$ 8 Магний	13 26,9815 $\frac{3}{2}$ 8 Алюминий

Рис. 285

Количество электронов	Количество нейтронов

662. На рис. 286 представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Укажите количество электронов и нейтронов в атоме алюминия.

	I	II	III
1	1 1,00797 Водород		
2	Li 3 6,939 Литий $\frac{1}{2}$	Be 4 9,0122 Бериллий $\frac{2}{2}$	5 10,811 Bор $\frac{3}{2}$
3	Na 11 22,9898 $\frac{1}{8}$ Натрий $\frac{2}{2}$	Ng 12 24,312 $\frac{2}{8}$ Магний $\frac{2}{2}$	13 26,9815 $\frac{3}{8}$ Алюминий $\frac{2}{2}$

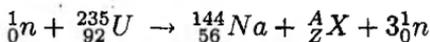
Рис. 286

Количество электронов	Количество нейтронов

663. Определите, сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома ${}_{88}^{226}\text{Ra}$.

Число протонов	Число нейтронов

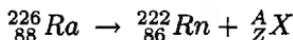
664. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента ${}_Z^A\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

665. В результате ядерной реакции



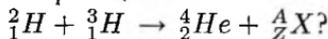
образуется ядро химического элемента ${}_Z^A\text{X}$. Каковы его зарядовое число Z и массовое число A ?

Зарядовое число Z	Массовое число A

666. В результате радиоактивного превращения ядра ${}_{19}^{40}\text{K}$ из него вылетает электрон и образуется новое ядро. Сколько в этом ядре электронов и нейтронов?

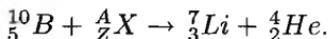
Количество электронов	Количество нейтронов

667. Каковы зарядовое число Z и массовое число A частицы, образовавшейся в ходе термоядерной реакции:



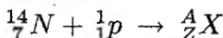
Зарядовое число Z	Массовое число A

668. Чему равны зарядовое и массовое числа второй частицы, участвовавшей в реакции?



Зарядовое число Z	Массовое число A

669. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

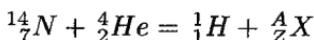
670. В результате ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Зарядовое число Z	Массовое число A

671. Изотоп золота ${}^{179}_{79}\text{Au}$ претерпевает α -распад. В результате образуется изотоп. Сколько в ядре этого изотопа электронов и нейтронов?

Количество электронов	Количество нейтронов

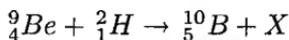
672. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента A_ZX . Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в этом ядре?

Число протонов	Число нейтронов

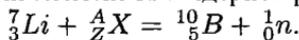
673. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента A_ZX . Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

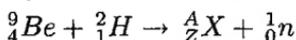
674. Найдите неизвестный элемент X в ядерной реакции



Каковы его массовое число A и зарядовое число Z ?

Массовое число A	Зарядовое число Z

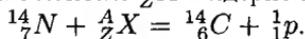
675. В результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента A_ZX . Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в этом ядре?

Число нуклонов	Число нейтронов

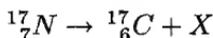
676. Найдите неизвестный элемент A_ZX в ядерной реакции



Каковы его заряд Z (в единицах элементарного заряда) и массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

677. Азот превращается в углерод, и в результате ядерной реакции



образуется ядро химического элемента A_ZX . Каковы массовое число образовавшегося ядра A и его зарядовое число Z ?

Массовое число A	Зарядовое число Z

678. Элемент кремний был получен при бомбардировке протонами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^1_1p \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si} + \gamma$. Каковы заряд этого ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

4.4. Элементы содержания № 20. Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада

679. На рис. 287 изображена схема возможных значений энергии атомов газа. Атомы находятся в состоянии с энергией $-3,4$ эВ. Какова минимальная энергия фотона, который сможет ионизировать этот атом?

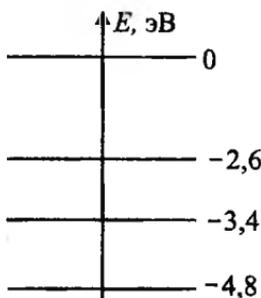


Рис. 287

Ответ: _____ эВ.

680. На рис. 288 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Переход с поглощением фотона наименьшей частоты изображён стрелкой...

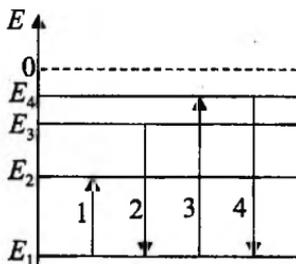


Рис. 288

Ответ: _____.

681. На рис. 289 представлены энергетические уровни некоторого атома. В каком случае поглощается фотон наибольшей частоты?

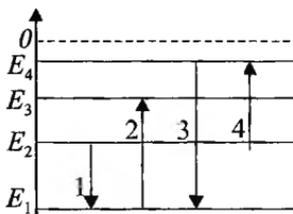


Рис. 289

Ответ: _____.

682. В теории атома водорода Н. 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 2-ю выделяется квант с энергией, равной...

Ответ: _____ эВ.

683. Используя модель атома водорода, предложенную Н. Бором, найдите отношение энергий $\frac{E_4}{E_8}$ электрона, находящегося на 4-м и 8-м энергетических уровнях.

Ответ: _____.

684. Через какое время число атомов радиоактивного изотопа уменьшится в 4 раза, если период его полураспада 8 дней?

Ответ: _____ дня(-ей).

685. Какая доля радиоактивных ядер распадётся за половину периода полураспада этого элемента?

Ответ: _____.

686. Сколько граммов радиоактивного вещества с периодом полураспада 8 часов распадётся через сутки, если в начальный момент его масса была равна 60 г?

Ответ: _____ г.

687. Через сколько суток атомов изотопа кальция останется 10^{24} , если первоначально их было $4 \cdot 10^{24}$? Период полураспада изотопа кальция равен 164 суток.

Ответ: _____ суток.

688. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ составляет 15 ч. Через сколько часов распадётся около 87,5 % ядер образца, если изначально в нём содержалось большое количество ядер?

Ответ: _____ ч.

689. На некоторую поверхность падает свет и полностью поглощается ею. Найдите длину волны падающего света, если каждый фотон передаёт поверхности импульс $2 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.

Ответ: _____ нм.

690. Через какую долю периода полураспада останется 50 % начального числа радиоактивных ядер, если через промежуток времени, равный трём периодам полураспада, их осталось 12,5 %?

Ответ: _____ · T .

691. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ равен 15 часов. Через сколько времени останется 1/8 от первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: _____ ч.

692. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа радия 5,75 лет. Через какое время распадётся 75 % ядер радия в исследуемом образце?

Ответ: _____ лет.

693. Найдите импульс фотона с длиной волны, равной 1,24 пм.

Ответ: _____ · 10^{-23} кг · м/с.

694. Какова длина волны фотона, если его энергия $E = 1,98 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: _____ мкм.

695. Какова энергия рентгеновского фотона с длиной волны 10^{-10} м? Ответ выразите в фемтоджоулях. Приставка фемто- означает 10^{-15} .

Ответ: _____ фДж.

696. На сколько Дж изменится энергия атома водорода при излучении им фотона с длиной волны $\lambda = 4,68 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: на _____ · 10^{-19} Дж.

697. Определите импульс фотона излучения с длиной волны 600 нм. Ответ умножьте на 10^{27} и округлите до целого значения.

Ответ: _____ кг · м/с.

698. Если частота фотона равна $5 \cdot 10^{14}$ Гц, то чему равна его энергия?

Ответ: _____ · 10^{-19} Дж.

699. Энергия, излучаемая лазерной указкой с длиной волны 700 нм за 2 секунды, равна 6 мДж. При этом указка излучает $9,5 \cdot 10^{16}$ фотонов за время, равное...

Ответ: _____ с.

700. Если длина волны электромагнитного излучения 600 нм, то чему равна энергия фотона? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ эВ.

701. Если круговая частота фотона равна $3,14 \cdot 10^{15}$ рад/с, то чему равна энергия фотона? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ эВ.

702. Наиболее яркие линии спектра некоторых элементов в видимой части спектра представлены в таблице.

	Азот	Алюминий	Неон	Натрий	Марганец
Набор	445	394	503	498	444
линий,	480	396	533	515	445
λ , нм	500	624	540	569	475 478
	568		585	589	482 512
	594		594	590	
	661		614	616	

Пользуясь приведённой таблицей, выберите линию в видимой части спектра излучения азота, которой соответствует максимальный квант энергии излучения. Чему равна энергия этого кванта? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ эВ.

703. Наиболее яркие линии спектра некоторых элементов в видимой части спектра представлены в таблице.

	Азот	Алюминий	Неон	Натрий	Марганец
Набор	445	394	503	498	444
линий,	480	396	533	515	445
λ , нм	500	624	540	569	475 478
	568		585	589	482 512
	594		594	590	
	661		614	616	

Пользуясь приведённой таблицей, выберите линию в видимой части спектра излучения азота, которой соответствует минимальный квант энер-

гии излучения. Чему равна энергия этого кванта? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ эВ.

704. Если масса фотона равна $3,7 \cdot 10^{-36}$ кг, то чему равна его энергия?

Ответ: _____ эВ.

705. Какой энергии фотон соответствует свету с длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____ эВ.

706. Источник монохроматического света с $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м, имеющий мощность 1 мкВт, испускает в 1 мин ... фотонов.

Ответ: _____ $\cdot 10^{14}$.

707. Во сколько раз импульс фотона фиолетового света длиной волны 400 нм превосходит импульс фотона красного света длиной волны 800 нм?

Ответ: в _____ раз(-а).

708. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение длины волны в первом пучке к длине волны во втором пучке?

Ответ: _____.

709. Во сколько раз масса фотона длиной волны 600 нм меньше массы фотона длиной волны 300 нм?

Ответ: в _____ раз(-а).

710. Чему примерно равен импульс фотона, если соответствующая длина волны монохроматического света равна 660 нм?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-27}$ кг \cdot м/с.

711. Первый лазер излучает монохроматический свет длиной волны $\lambda_1 = 200$ нм, второй — длиной волны $\lambda_2 = 500$ нм. Чему равно отношение импульсов p_1/p_2 этих фотонов?

Ответ: _____.

712. В таблице приведены длины волн излучения атома водорода, лежащие в видимой области спектра. Какова энергия фотона β -линии? Ответ округлите до десятых.

Обозначения	H_α	H_β	H_γ	H_δ
Длина волны, нм	656,3	486,1	434,1	410,2

Ответ: _____ эВ.

713. В таблице приведены длины волн излучения атома водорода, лежащие в видимой области спектра. Во сколько раз энергия β -линии больше энергии α -линии? Ответ округлите до сотых.

Обозначения	H_α	H_β	H_γ	H_δ
Длина волны, нм	656,3	486,1	434,1	410,2

Ответ: в _____ раз(-а).

714. На сколько джоулей увеличится полная энергия электрона в атоме водорода при поглощении им излучения длиной волны 0,5 мкм?

Ответ: на _____ $\cdot 10^{-20}$ Дж.

715. Источник мощностью 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{15}$ фотонов за 1 с. Средняя длина волны излучения равна...

Ответ: _____ нм.

4.5. Элементы содержания № 21.

Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)

716. Установите соответствие между физической величиной и её единицей измерения.

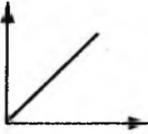
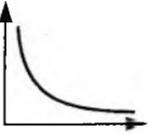
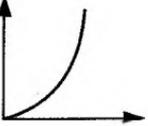
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Единица измерения
А) энергия, выделяемая в ядерной реакции	1) безразмерная
Б) зарядовое число	2) Кл
	3) дптр
	4) Дж
	5) кВт \cdot ч

Ответ:

А	Б

717. По приведённым рисункам определите, какие из них соответствуют графикам зависимости частоты ν волны де Бройля движущейся элементарной частицы от её скорости и длины волны де Бройля λ от импульса частицы ($v \ll c$).

Зависимость	График	
А) частоты ν волны де Бройля элементарной частицы от её скорости Б) длины волны де Бройля элементарной частицы от её импульса	1) 	2) 
	3) 	4) 

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

Ответ:

А	Б

718. Как будут изменяться длина волны де Бройля движущейся элементарной частицы и её энергия при увеличении скорости движения частицы ($v \ll c$)?

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 де Бройля	Энергия

719. Что произойдёт с импульсом и длиной волны де Бройля электрона при уменьшении скорости его движения?

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	Длина волны де Бройля

720. Как меняются при переходе электрона в атоме водорода с возбуждённого уровня в основное состояние с ростом номера возбуждённой орбиты энергия испускаемого фотона и его длина волны?

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.

Энергия испускаемого фотона	Длина волны фотона

721. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация фотонов	Скорость фотона

722. Что произойдёт с импульсом и энергией электрона, если соответствующая ему длина волны 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.

Импульс электрона	Энергия электрона

723. Постоянная Планка h , частота ν , длина волны λ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) масса фотона	1) $h\nu$
Б) энергия фотона	2) $\frac{h\nu}{c^2}$
	3) $\frac{h\nu}{c}$
	4) $h\lambda$

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

Ответ:

А	Б

724. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, c — скорость света в вакууме, h — постоянная Планка).

Физические величины	Формулы
А) импульс фотона	1) $h\lambda$
Б) длина волны фотона	2) $2\pi h\nu$
	3) $\frac{h \cdot c}{\nu}$
	4) $\frac{c}{\nu}$
	5) $\frac{h}{\lambda}$

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

Ответ:

А	Б

725. В явлении фотоэффекта световое излучение выбивает с поверхности металла электроны. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) максимальная скорость выбитых из металла электронов	1) $\frac{hc}{\lambda}$
Б) величина задерживающего напряжения	2) $\sqrt{2\frac{h\nu - A}{m}}$
	3) $\frac{h\nu - A}{q}$
	4) $A + \frac{mv^2}{2}$

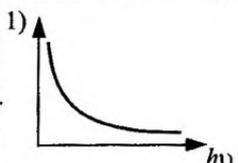
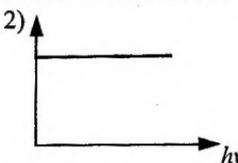
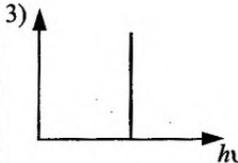
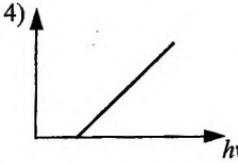
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

726. Катод облучают светом и наблюдают внешний фотоэффект. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие свойства материала катода и фотоэлектроны. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от энергии светового кванта.

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

Физические величины	Графики
А) работа выхода	1) 
Б) кинетическая энергия фотоэлектрона	2) 
	3) 
	4) 

Ответ:

А	Б

727. В опыте по наблюдению фотоэффекта увеличивают интенсивность света, облучающего катод. Как при этом изменяются энергия каждого фотона и сила фототока насыщения?

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.

Энергия фотона	Сила фототока насыщения

728. При постановке опытов по фотоэффекту на пластине из цинка меняют зелёный светофильтр на синий. Интенсивность света при этом не изменилась. Как изменится красная граница фотоэффекта и ток насыщения?

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.

Красная граница фотоэффекта	Ток насыщения

729. Уединённый металлический шар освещается светом, вызывающим фотоэффект. Как с течением времени изменяются энергия вылетающих электронов и их импульс?

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.

Энергия электронов	Импульс электронов

730. Интенсивность монохроматического света, вызывающего фотоэффект, увеличивается. Как при этом изменятся число вылетающих в единицу времени электронов и максимальная энергия каждого из них?

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.

Число электронов	Энергия электронов

731. В опытах по фотоэффекту заменяют фотокатод из цинка на фотокатод из серебра, у которого работа выхода электрона больше, чем у цинка. Как изменятся при этом частотная красная граница фотоэффекта и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Длина волны падающего света на фотокатод 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.

Частотная красная граница фотоэффекта	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

732. В опытах по фотоэффекту интенсивность лазерного пучка, падающего на фотокатод, увеличивают в два раза, не меняя его частоты. Как изменятся при этом длина волны падающего света и запирающее напряжение?

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 падающего света	Запирающее напряжение

733. Монохроматический свет падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая красной границе фотоэффекта, если энергия падающих фотонов 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.

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	Красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$

734. Как изменятся величина кинетической энергии вырываемых электронов и сила фототока насыщения, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волны падающих на металлическую пластину фотонов?

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.

Кинетическая энергия вырываемых электронов	Сила фототока насыщения

735. При наблюдении фотоэффекта интенсивность падающего на катод пучка уменьшают, не меняя его частоты. Что происходит при этом с начальной максимальной кинетической энергией фотоэлектронов и с силой фототока насыщения?

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.

Начальная максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Сила фототока насыщения

736. Как изменятся величина запирающего напряжения и длина волны красной границы, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волны падающих на металлическую пластину фотонов?

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.

Запирающее напряжение	Длина волны красной границы

737. Монохроматический свет длиной волны λ падает на металлическую пластинку и вызывает фотоэффект. Эту пластинку заменяют пластинкой из другого металла с меньшей работой выхода. Что произойдёт с фототоком насыщения и модулем запирающего напряжения?

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	Модуль запирающего напряжения

738. Монохроматический свет длиной волны λ падает на металлическую пластинку и вызывает фотоэффект. Длину волны уменьшают. Что произойдёт с фототоком насыщения и работой выхода, если интенсивность света, падающего на металл, не изменяется?

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	Работа выхода

739. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменятся число вырванных электронов и красная граница фотоэффекта при уменьшении интенсивности падающего света?

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.

Число вырванных электронов	Красная граница фотоэффекта

740. Установите соответствие между видом излучения и его природой.

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

Вид излучения	Природа излучения
А) α -излучение	1) поток электронов
Б) β -излучение	2) электромагнитные волны
	3) ядра атома гелия
	4) ядра атома водорода

Ответ:

А	Б

741. Какова природа следующих видов излучения?

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

Вид излучения	Природа излучения
А) β -излучение	1) поток электронов
Б) γ -излучение	2) электромагнитные волны
	3) ядра атома гелия

Ответ:

А	Б

742. Что происходит с зарядовым числом и массовым числом при испускании α -частицы радиоактивными ядрами?

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.

Зарядовое число	Массовое число

743. Радиоактивное ядро претерпело ряд β -распадов. Как при этом изменились число нуклонов в ядре и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

Число нуклонов в ядре	Заряд ядра

744. Радиоактивное ядро претерпело α -распад и 2β -распада. Как при этом изменились число протонов и число нуклонов в ядре?

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.

Число протонов в ядре	Число нуклонов в ядре

745. Первоначально образец некоторого вещества содержит N_0 радиоактивных ядер с периодом полураспада T . Установите соответствие между количеством оставшихся и распавшихся ядер 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.

Количество ядер	Формулы
А) оставшиеся ядра	1) $N_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}}$
Б) распавшиеся ядра	2) $N_0 - N_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}}$
	3) $N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
	4) $N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

Ответ:

А	Б

746. Большое число N радиоактивных ядер ${}_{65}^{161}\text{Tb}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{66}^{161}\text{Dy}$. Период полураспада равен 6,9 суток. Какое количество исходных ядер останется через 20,7 суток, а дочерних — появится за 27,6 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

Величины	Их значения
А) количество ядер ${}_{65}^{161}\text{Tb}$ через 20,7 суток	1) $\frac{N}{6}$
Б) количество ядер ${}_{66}^{161}\text{Dy}$ через 27,6 суток	2) $\frac{N}{8}$
	3) $\frac{7N}{8}$
	4) $\frac{15N}{16}$

Ответ:

А	Б

§ 5. Методы научного познания. Элементы содержания № 22, 23 (механика — квантовая физика)

Теоретический материал

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 рис. 290.

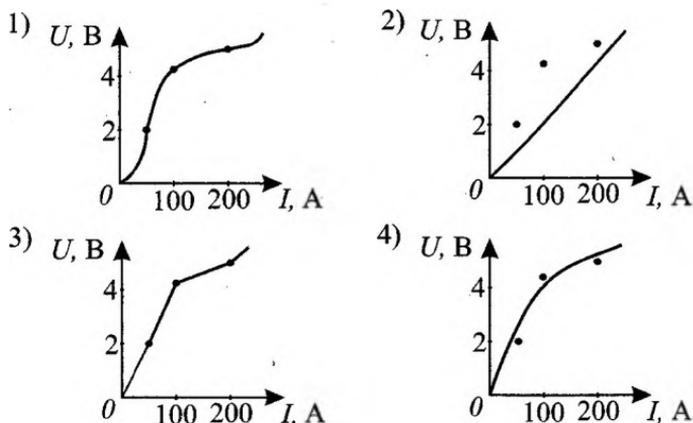


Рис. 290

Точками указаны результаты измерения силы тока и 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 следующий пример.

Пример 1

На рис. 291 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?

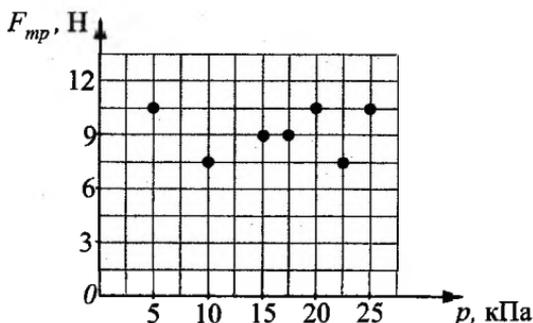


Рис. 291

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 ²	8,10	8,90	10,70	9,80	11,0

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

Задания

В заданиях 747–778 в ответе запишите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

747. На рис. 292 показано положение указателя рычажных весов. Чему равна масса взвешиваемого тела? Считать, что погрешность прибора равна половине цены деления.

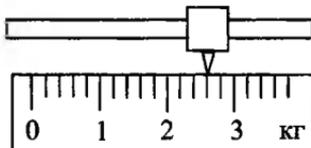


Рис. 292

Ответ: (_____ ± _____) кг.

748. Определите радиус шарика (см. рис. 293) с учётом погрешности измерений. Погрешность измерений равна половине цены деления.

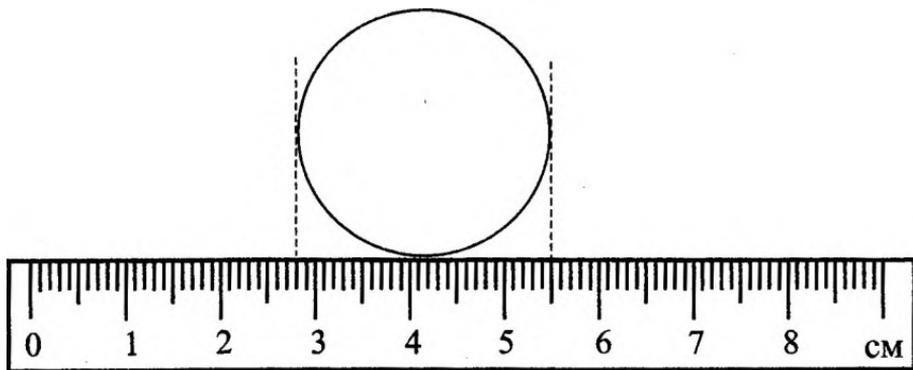


Рис. 293

Ответ: (_____ ± _____) см.

749. Каковы показания амперметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 294)?

Ответ: (_____ ± _____) А.

750. Ученик собрал электрическую цепь для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. На рис. 295 показаны шкалы амперметра и вольтметра. Погрешности измерений при-

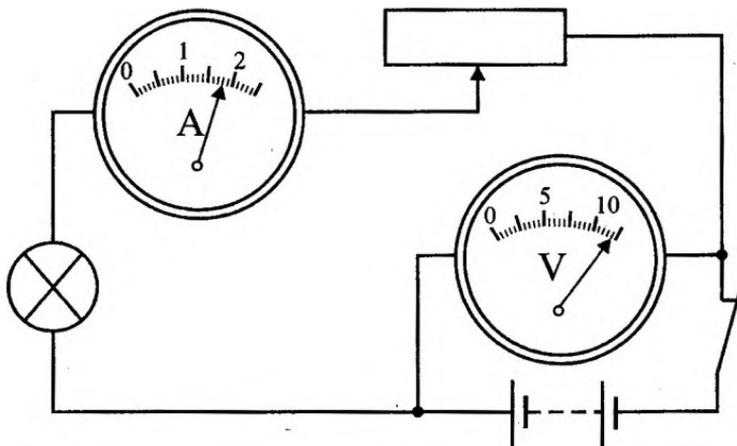


Рис. 294

боров равны половине цены деления. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на участке электрической цепи с учётом погрешности измерений?

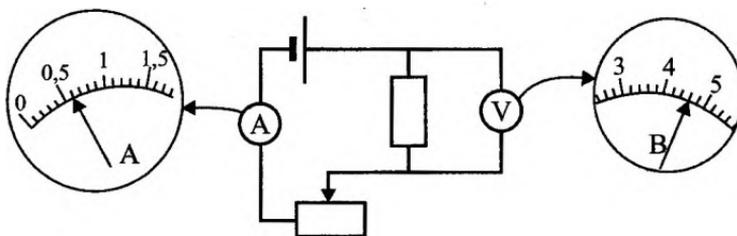


Рис. 295

Ответ: (____ ± ____) В.

751. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Нижняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а верхняя шкала — в кПа (см. рис. 296). Погрешность измерения давления равна половине цены деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам данных измерений? Запишите в ответ показания барометра в кПа с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) кПа.

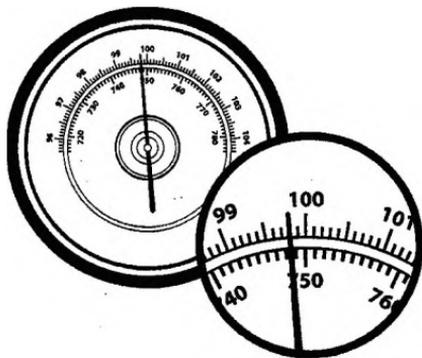


Рис. 296

752. Амперметр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение силы тока в 500 мА. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 40 делений, а погрешность прямого измерения силы тока составляет половину цены деления амперметра?

Ответ: (____ ± ____) мА.

753. Вольтметр, имеющий на равномерной шкале 100 делений, рассчитан на измерение напряжения 200 В. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 75 делений, а погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?

Ответ: (____ ± ____) В.

754. При определении массы воды, налитой в мензурку, ученик при помощи мензурки измерил объём воды (см. рис. 297). Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений. Погрешность измерения объёма равна половине цены деления мензурки.

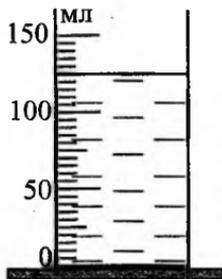


Рис. 297

Ответ: (____ ± ____) см³.

755. Ваттметр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение мощности 500 Вт. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 20 делений, а погрешность прямого измерения мощности составляет половину цены деления ваттметра?

Ответ: (_____ \pm _____) Вт.

756. Под действием пружины динамометра брусок движется равномерно по поверхности стола. Чему равна сила трения, действующая на брусок? Считать погрешность измерения динамометра равной цене деления.

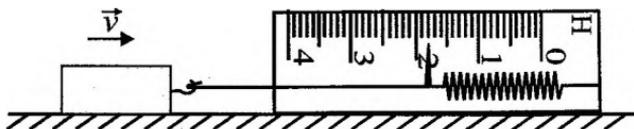


Рис. 298

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

757. На рис. 299 приведена фотография современного термометра, совмещённого с гигрометром. Каковы показания гигрометра? Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

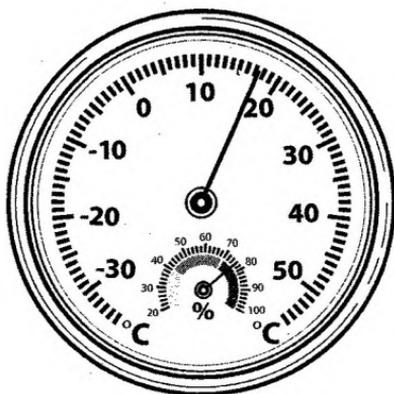


Рис. 299

Ответ: (_____ \pm _____) %.

758. С помощью вольтметра ученик проводил измерения напряжения на участке электрической цепи (см. рис. 300). Чему равно напряжение в цепи с учётом погрешностей измерений, если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра?

Ответ: (_____ \pm _____) В.

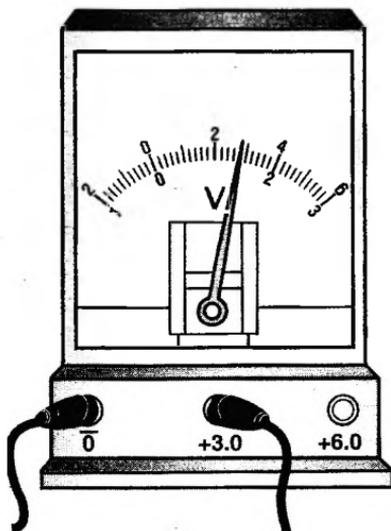


Рис. 300

759. Школьник измерял массу и объёмы тел, изготовленных из одного металла (см. таблицу). Из какого металла изготовлены тела? Ответ запишите словом (словами).

$V, \text{см}^3$	2,5	9,3	11,9
$m, \text{г}$	6,7	25,1	31

Ответ: _____.

760. Найдите объём используемой в лабораторной работе жидкости (см. рис. 301), если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления мензурки.

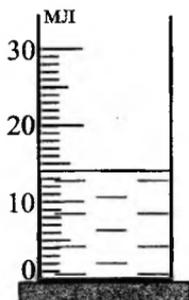


Рис. 301

Ответ: (_____ ± _____) мл.

761. Определите показания динамометра с учётом погрешности измерений (см. рис. 302). За погрешность примите половину цены деления.

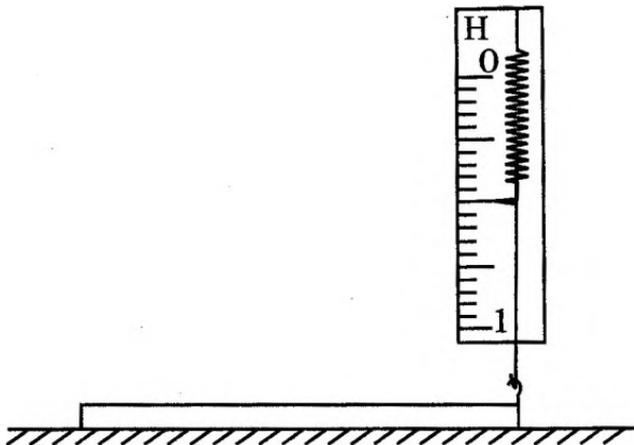


Рис. 302

Ответ: (____ ± ____) Н.

762. Для контроля силы постоянного тока, текущего в участке цепи, часто применяют следующий способ. В участок цепи последовательно включают резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью (такой резистор называют калиброванным), и измеряют напряжение на этом резисторе.

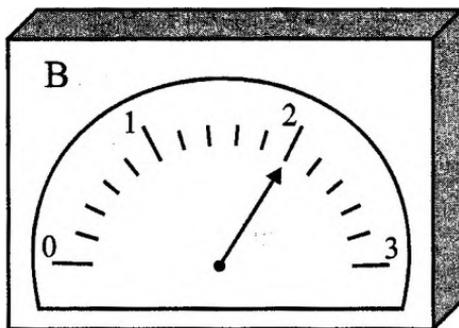


Рис. 303

На рис. 303 показано изображение шкалы вольтметра, при помощи которого измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 4 Ом.

Считая, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора, определите силу тока в участке цепи.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

763. Температура воздуха в комнате (см. рис. 304) с учётом погрешности измерений равна... (Погрешностью считают половину цены деления шкалы.)

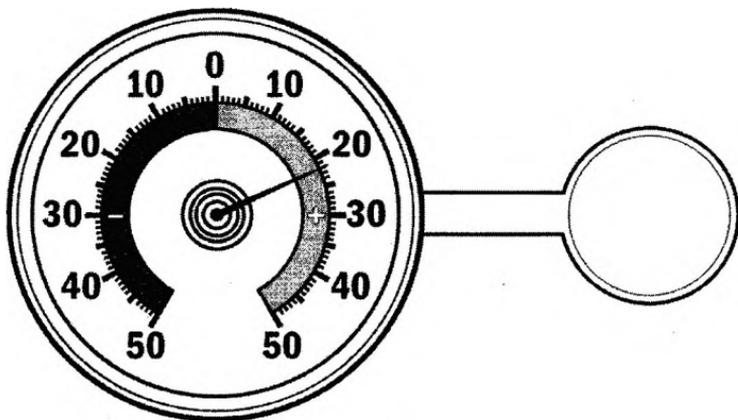


Рис. 304

Ответ: (_____ \pm _____) °С.

764. По рис. 305 определите угол α , а также погрешность измерения. Запишите величину угла с учётом погрешности. Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

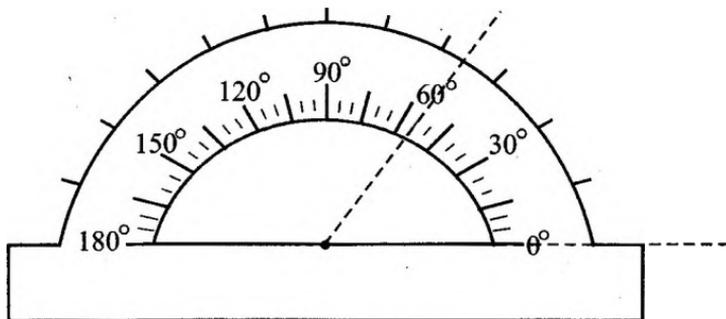


Рис. 305

Ответ: (_____ \pm _____) °.

765. Для выполнения лабораторной работы ученику требовалось измерить напряжение в электрической цепи (см. рис. 306). Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора. Каков результат измерений?

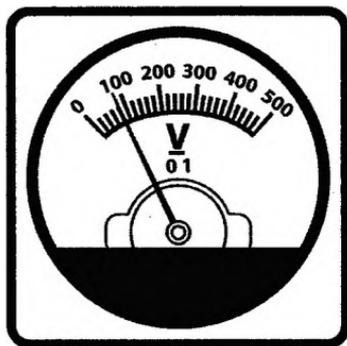


Рис. 306

Ответ: (____ ± ____) В.

766. Запишите показания вольтметра с учётом его погрешности. Погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра (см. рис. 307).

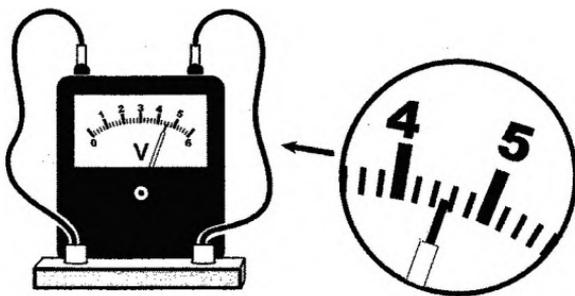


Рис. 307

Ответ: (____ ± ____) В.

767. На рис. 308 приведена фотография современного термометра, совмещённого с гигрометром. Каковы показания термометра? Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

Ответ: (____ ± ____) °С.

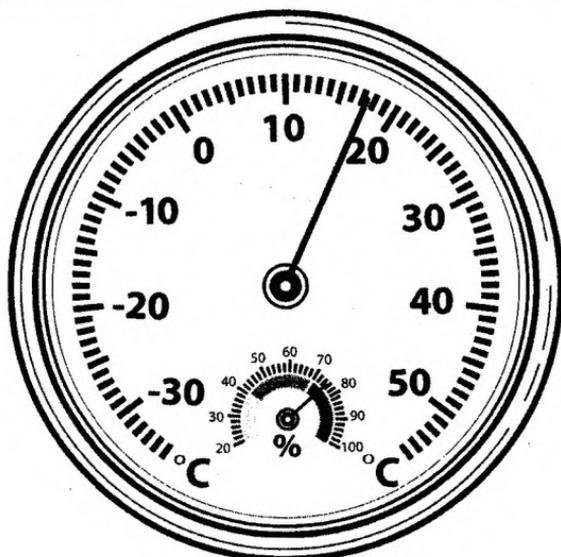


Рис. 308

768. Найдите длину проволоки, изображённой на рис. 309, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления линейки.

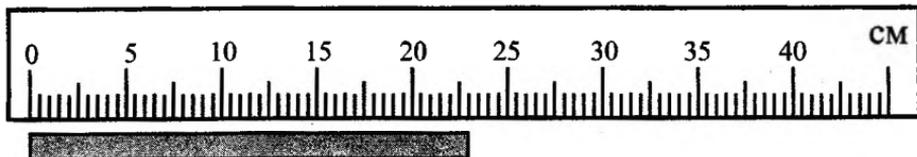


Рис. 309

Ответ: (____ ± ____) см.

769. Какую температуру показывает термометр, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 310)?

Ответ: (____ ± ____) °С.

770. Ученик измеряет вес груза при помощи динамометра. Найдите, чему равен вес груза (см. рис. 311), если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления динамометра.

Ответ: (____ ± ____) Н.



Рис. 310



Рис. 311

771. Запишите результат измерения динамометром веса груза (см. рис. 312), учитывая, что погрешность прямого измерения веса равна половине цены деления динамометра, а инструментальная погрешность динамометра составляет 2,5 Н.

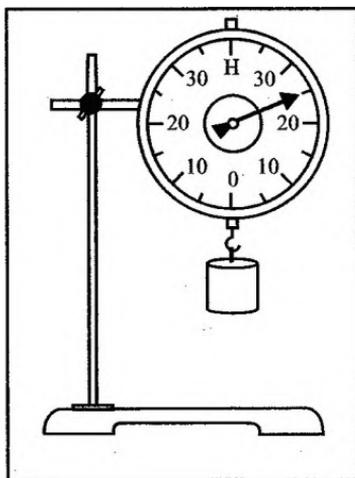


Рис. 312

Ответ: (_____ ± _____) Н.

772. Запишите показания спидометра (см. рис. 313) с учётом его погрешности. Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления спидометра.

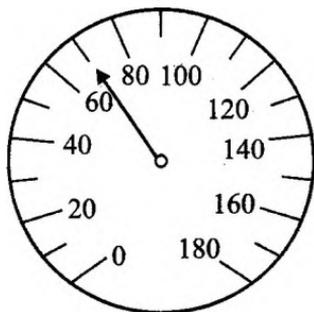


Рис. 313

Ответ: (_____ \pm _____) км/ч.

773. Определите показание динамометра (см. рис. 314). Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления динамометра.

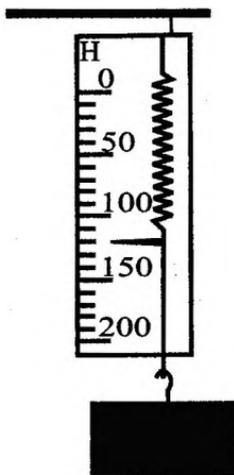


Рис. 314

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

774. Ученик измеряет вес груза при помощи динамометра. Найдите, чему равен вес груза (см. рис. 315), если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления динамометра.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

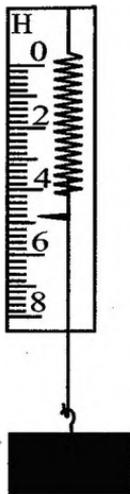


Рис. 315

775. Чтобы оценить, с какой скоростью упадёт на землю мяч с балкона 6-го этажа, используем для вычислений на калькуляторе формулу $v = \sqrt{2gh}$. По оценке «на глазок» балкон находится на высоте (15 ± 1) м над землёй. Калькулятор показывает на экране число 17,320508. Чему равна, с учётом погрешности оценки высоты балкона, скорость мяча при падении на землю?

Ответ: _____ \pm _____ м/с.

776. Запишите результат измерения температуры тела заболевшего гриппом человека (см. рис. 316), учитывая, что погрешность прямого измерения температуры равна половине цены деления термометра, а инструментальная погрешность термометра составляет $0,05$ °С.

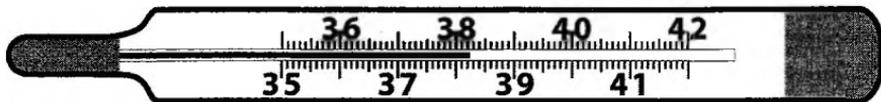


Рис. 316

Ответ: (_____ \pm _____) °С.

777. Пользуясь рис. 317, определите объём цилиндра. Погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора.

Ответ: (_____ \pm _____) мл.

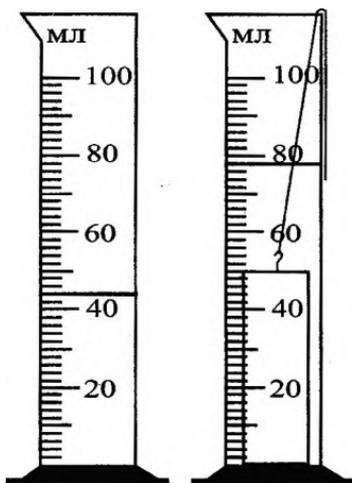


Рис. 317

778. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы подвешенного груза. Для этого школьник взял штатив и пружину. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) линейка
- 2) динамометр
- 3) секундомер
- 4) набор грузов разной массы
- 5) нить

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

779. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Для этого школьник взял штатив и набор пружин разной жёсткости. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) линейка
- 2) динамометр
- 3) секундомер

- 4) груз
- 5) нить

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

780. Чтобы собрать экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе R при заданной силе тока, школьник взял источник тока, вольтметр, ключ, соединительные провода и резистор R . Какие **две** позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать при составлении комплектации для проведения этого эксперимента?

- 1) катушка индуктивности
- 2) лампочка
- 3) реостат
- 4) конденсатор
- 5) амперметр

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

781. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно исследовать зависимость силы тока от сопротивления. Для этого ученик взял набор резисторов различных номиналов, ключ и соединительные провода. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) амперметр
- 2) вольтметр
- 3) секундомер
- 4) источник тока
- 5) омметр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

782. Для изучения силы Архимеда, действующей на тела, полностью погружённые в жидкость, в распоряжении ученика имеются пять установок, состоящих из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие **две** из перечисленных установок в таблице необходимы ученику для того, чтобы опытным путём обнаружить, зависит ли сила Архимеда от плотности материала шарика?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	подсолнечное масло	40 см ³	железо
2	вода	40 см ³	алюминий
3	вода	25 см ³	алюминий
4	керосин	25 см ³	алюминий
5	вода	40 см ³	железо

Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

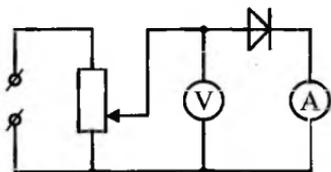
783. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление. Для этого ученик взял источник тока, два резистора различных номиналов, ключ и соединительные провода. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) амперметр
- 2) вольтметр
- 3) секундомер
- 4) фотоэлемент
- 5) тангенсгальванометр

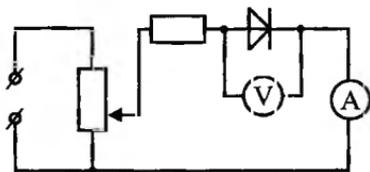
В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

784. Какую из схем на рис. 318 (первую, вторую, обе, ни одну) следует использовать при исследовании зависимости прямого тока диода от напряжения? Ответ запишите словом (словами).



I



II

Рис. 318

Ответ: _____.

785. Какую из схем на рис. 319 (первую, вторую, обе, ни одну) следует использовать при исследовании зависимости обратного тока диода от напряжения? Ответ запишите словом (словами).

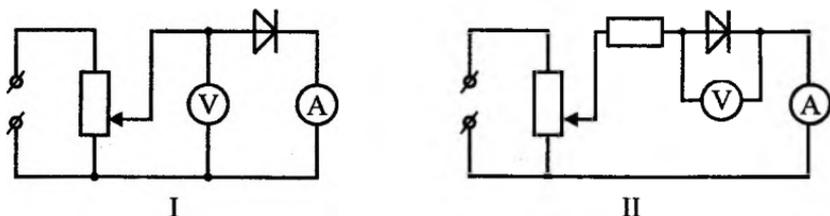


Рис. 319

Ответ: _____.

786. Ученик изучает зависимость ускорения свободно падающего тела от его массы (см. рис. 320). Какие два условия он должен создать для проведения данного исследования?

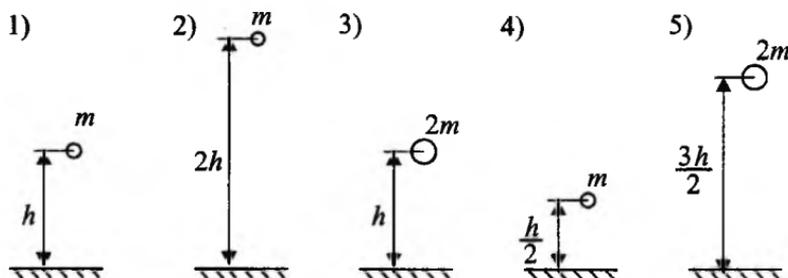


Рис. 320

В ответ запишите номера выбранных условий.

Ответ:

787. Ученик изучает зависимость скорости свободно падающего тела от его высоты (см. рис. 321). Какие два условия он должен создать для проведения данного исследования?

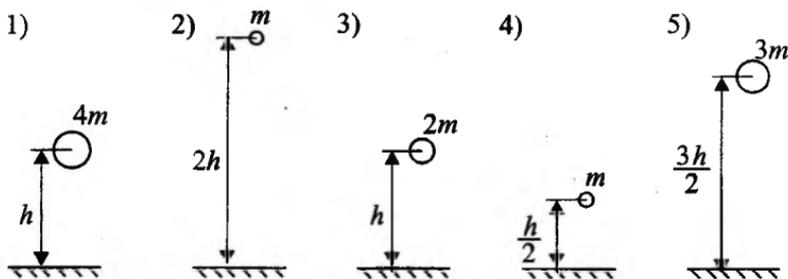


Рис. 321

В ответ запишите номера выбранных условий.

Ответ:

788. В лёгкий сосуд (массой сосуда можно пренебречь) наливают 500 г воды и подвешивают его к пружине, прикрепленной другим концом к потолку. Затем в дне сосуда открывают отверстие, через которое вода медленно вытекает. На рис. 322 изображён график зависимости длины l пружины от времени t . Выберите два правильных утверждения и запишите их номера.

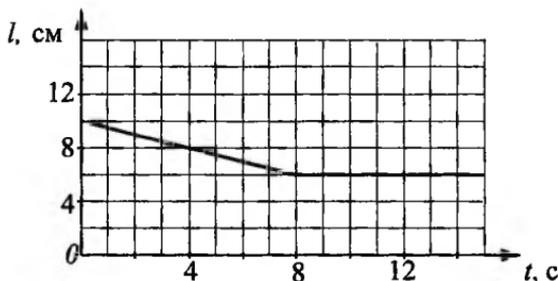


Рис. 322

- 1) Жёсткость пружины равна 125 Н/м.
- 2) Когда сосуд заполнен водой полностью, удлинение пружины равно 10 см.
- 3) Длина недеформированной пружины равна 6 см.
- 4) Через 7 с в сосуде останется половина начального количества воды.
- 5) При вытекании жидкости растяжение пружины увеличивается.

Ответ:

789. Для экспериментального определения относительной влажности воздуха в комнате с помощью психрометрической таблицы ученику нужно собрать установку, в которую входят два предмета из представленного списка.

- 1) «влажный» термометр, колба которого помещена во влажную ткань, с которой испаряется вода
- 2) барометр, показывающий давление атмосферного воздуха
- 3) термометр, показывающий температуру воздуха в комнате
- 4) весы
- 5) штангенциркуль

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

790. Необходимо собрать установку для экспериментального определения ускорения свободного падения. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) секундомер
- 2) весы и набор разновесов
- 3) груз, подвешенный к нити известной длины
- 4) груз, подвешенный к пружине
- 5) стробоскоп

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

791. На рис. 323 изображена стробоскопическая фотография положения движущегося шарика в зависимости от времени.

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

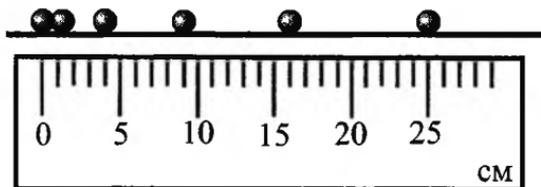


Рис. 323

- 1) Движение равноускоренное.
- 2) Движение равнозамедленное.
- 3) Невозможно сделать вывод о скорости движения по этим результатам.
- 4) Движение равномерное.
- 5) Тело прошло 5 см за 5 с.

Ответ:

792. Школьник собирается исследовать зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Каких **два** колебательных контура из предложенных в таблице ему необходимо использовать, чтобы провести данное исследование?

Номер колебательного контура	Ёмкость конденсатора, пФ	Индуктивность катушки, мГн
1	15	1,3
2	0,7	1,5
3	11	1,3
4	15	1,4
5	0,7	1,1

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

793. При исследовании зависимости периода колебаний груза, подвешенного на пружине, от его массы были получены следующие результаты:

Масса груза, m , г	100	400	900	1600
Период колебаний, T , с	1	2	3	4

Какие выводы можно сделать по результатам опытов? Выберите **два** верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний прямо пропорционален массе груза.
- 2) Период колебаний обратно пропорционален массе груза.
- 3) Период колебаний пропорционален квадрату массы груза.
- 4) Период колебаний пропорционален квадратному корню из массы груза.
- 5) Период колебаний зависит от массы груза.

Ответ:

794. Чтобы проверить одновременность падения тел разной массы с одинаковой высоты под действием только силы тяжести, необходимо...

Выберите **два** верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в воздухе
- 2) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в воде
- 3) бросить тела разной массы с одной и той же высоты в вакууме
- 4) ознакомиться с результатами опыта Г. Галилея
- 5) провести эксперименты по падению разных тел в вакууме

Ответ:

795. В точках A , B , C (см. рис. 324) на разных глубинах измерялось гидростатическое давление. Ответы приведены в таблице в неких относительных единицах.

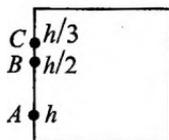


Рис. 324

N	A	B	C
p	p_0	$2 \cdot p_0$	$\frac{p_0}{3}$

Какие из выводов верны? Выберите **два** верных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) В точках A и B измерения верны, в точке C — нет.
- 2) В точках B и C измерения верны, в точке A — нет.
- 3) Измерения верны во всех точках.
- 4) Неверен ответ только для точки B .
- 5) В точке A давление в 3 раза больше, чем в точке C .

Ответ:

796. Массивный груз (рис. 325а), покоящийся на горизонтальной опоре, привязан к лёгкой нерастяжимой верёвке, перекинутой через идеальный блок. К верёвке прикладывают постоянную силу F , направленную под углом 45° к горизонту. Зависимость модуля ускорения груза от модуля силы представлена на графике (рис. 325б). Выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

а)

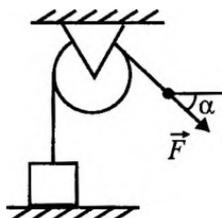
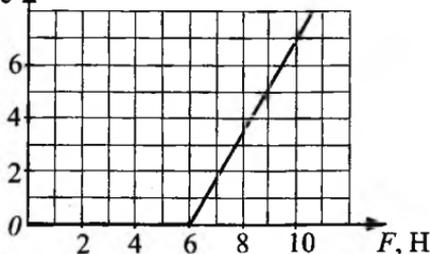
б) $a, \text{ м/с}^2$ 

Рис. 325

- 1) Масса груза равна 6 Н.
- 2) Сила натяжения нити в процессе движения равна 6 Н.
- 3) Масса груза равна 600 г.
- 4) Сила натяжения нити в процессе движения больше 6 Н.

5) Когда внешняя сила больше 6 Н, груз движется равномерно.

Ответ:

797. Ученик в три калориметра с одинаковым объёмом воды в каждом опускал бруски одинаковой массы, изготовленные из стали, меди и алюминия (см. рис. 326). Начальная температура всех брусков одинакова. Начальная температура воды во всех калориметрах одинакова и равна 90°C .

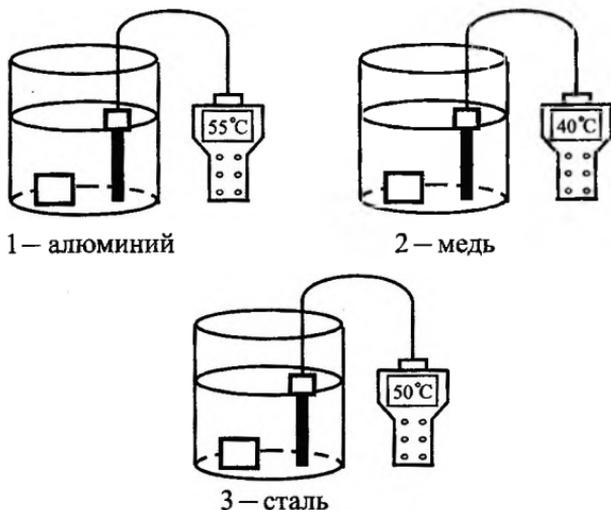


Рис. 326

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Наименьшей теплоёмкостью обладает алюминий.
- 2) Наименьшей теплоёмкостью обладает сталь.
- 3) Температура системы после установления равновесия определяется теплоёмкостью погружаемого тела.
- 4) Температура системы после установления равновесия зависит от начальной температуры воды.
- 5) Теплоёмкость воды больше теплоёмкости алюминия.

Ответ:

798. Ученик провёл эксперимент по изучению колебаний математического маятника, измеряя время десяти полных колебаний при различных длинах математического маятника и углах его отклонения от положения равнове-

сия. Погрешность измерения времени составляет $\pm 0,3$ с. Результаты экспериментальных измерений нити l , угла отклонения α и времени 10 полных колебаний t представлены в таблице.

№ опыта	l , см	α °	t , с
1	40	5	12,7
2	50	5	14,4
3	60	30	15,8
4	60	45	17,6

Какие два вывода из приведённых ниже верны? Укажите их номера.

- 1) Период колебаний маятника не зависит от длины нити.
- 2) При увеличении длины маятника период колебаний увеличивается.
- 3) Период колебаний маятника не зависит от угла отклонения маятника.
- 4) При уменьшении угла отклонения маятника период колебаний уменьшается.
- 5) По результатам эксперимента невозможно сделать вывод о зависимости периода колебаний от угла отклонения маятника.

Ответ:

799. Ученик провёл эксперимент по измерению жёсткости пружин, исследуя зависимость удлинения пружин от массы грузов. Погрешность измерения удлинения пружины составляет ± 1 мм. Результаты экспериментальных измерений удлинения пружины Δl от массы груза m представлены в таблице.

№ опыта	N пружины	m , г	Δl , см
1	1	120	4,7
2	1	150	6
3	2	120	2,8
4	2	180	4,5

Какие два вывода из приведённых ниже верны? Укажите их номера.

- 1) Удлинение пружины обратно пропорционально массе груза.
- 2) Сила упругости тем больше, чем больше масса груза.
- 3) Жёсткость первой пружины меньше.
- 4) Если на первую пружину навесить груз массой 180 г, то её удлинение будет меньше удлинения второй пружины.
- 5) Жёсткость пружин прямо пропорциональна их удлинению.

Ответ:

§ 6. Элементы содержания № 24.

Элементы астрофизики: Солнечная система, звёзды, галактики

Теоретический материал

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 располагающихся 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

Шесть планет из восьми и четыре карликовые планеты имеют естественные **спутники**. Крупные спутники (например, Луна у Земли) имеют шарообразную форму, а мелкие — неправильную форму, свойственную астероидам.

Многие **кометы** также являются частью Солнечной системы — под действием притяжения Солнца они вращаются вокруг него по вытянутым эллиптическим орбитам. При движении вблизи Солнца у кометы за счёт таяния и испарения льда, входящего в её состав, образуется протяжённый хвост.

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.

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.).

Класс	Температура, К	Цвет	Примеры
O	30 000–60 000	голубой	Кси Персея
B	10 000–30 000	бело-голубой	Регул
A	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.

Энергия подавляющего большинства звёзд выделяется в результате термоядерных реакций превращения водорода в гелий, происходящих при высоких температурах внутри звезды.

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. 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 оболочки 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.

Большинство галактик можно объединить в несколько типов:

— **эллиптические** галактики имеют вид кругов или эллипсов, и их яркость плавно уменьшается от центра к периферии. Они не вращаются, в них мало газа и пыли;

— **спиральные** галактики состоят из ядра и нескольких спиральных рукавов или ветвей. Эти галактики вращаются, в них много газа, пыли и молодых горячих звёзд спектральных классов О и В;

— **неправильные** галактики не имеют чётко выраженного ядра и вращательной симметрии.

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.

Обнаружение реликтового излучения доказало, что на ранних этапах эволюции Вселенной температура её вещества была очень высокой.

Задания

800. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и запишите их номера.

- 1) Световой год — это период обращения Земли вокруг Солнца.
- 2) Марс имеет два естественных спутника.
- 3) Луна относится к планетам земной группы.
- 4) Световой год равен 365 земным суткам.
- 5) С поверхности Луны невозможно наблюдать метеорные потоки.

Ответ:

801. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных, соответствующих характеристикам объектов Солнечной системы, и укажите их номера.

- 1) Луна — естественный спутник Земли.
- 2) Плутон — планета Солнечной системы.
- 3) Солнце не единственная звезда в Солнечной системе.
- 4) Луна делает оборот вокруг собственной оси за то же время, что и вокруг Земли.
- 5) Луна появляется на небе только с заходом Солнца.

Ответ:

802. Из приведённых утверждений выберите **два** верных. Укажите их номера.

- 1) Солнце в основном состоит из водорода и гелия.
- 2) Поверхность Солнца имеет большую температуру, чем его внутренние слои.
- 3) Меркурий и Земля за одно и то же время получают одинаковое количество солнечной энергии.
- 4) Солнце не крутится вокруг своей оси.
- 5) Внутри Солнца происходят термоядерные реакции.

Ответ:

803. Из приведённых утверждений выберите **два** верных. Укажите их номера.

- 1) 1 астрономическая единица (а. е.) — расстояние, равное среднему радиусу орбиты Земли.
- 2) 1 парсек (пск) в астрономии соответствует примерно $3 \cdot 10^8$ м.

- 3) В определённые моменты времени Луна находится между Солнцем и Землёй.
- 4) Орбитальный радиус Венеры больше, чем Марса.
- 5) Термоядерные реакции происходят только на поверхности Солнца.

Ответ:

804. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) Диаметр гигантов превышает диаметр Солнца в сотни раз.
- 2) Светимости сверхгигантов в сотни тысяч раз больше светимости Солнца.
- 3) Звёзды класса К имеют температуры в диапазоне 3500–5000 К.
- 4) Чёрная дыра — первоначальный этап формирования звезды.
- 5) Внутри звёзд главной последовательности гелий превращается в водород.

Ответ:

805. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) Звёзды класса G имеют белый цвет и температуры в диапазоне 7500–10 000 К.
- 2) Две звезды одного спектрального класса обязательно имеют одинаковые светимости.
- 3) Звёзды одного созвездия находятся от Земли на одинаковом расстоянии.
- 4) Диаметры белых карликов меньше диаметров большинства звёзд главной последовательности.
- 5) Внутри звёзд главной последовательности водород превращается в гелий.

Ответ:

806. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) Галактика Млечный Путь является эллиптической галактикой.
- 2) Галактика Млечный Путь не вращается вокруг своей оси.
- 3) Скорости удаления галактик возрастают прямо пропорционально расстоянию до них.
- 4) Скорости удаления галактик возрастают обратно пропорционально расстоянию до них.

5) Ближайшая к Млечному Пути большая галактика называется галактикой Андромеды.

Ответ:

807. На рис. 327 цифрой 1 обозначено Солнце. Из приведённых ниже утверждений выберите два верных и запишите в таблицу их номера.

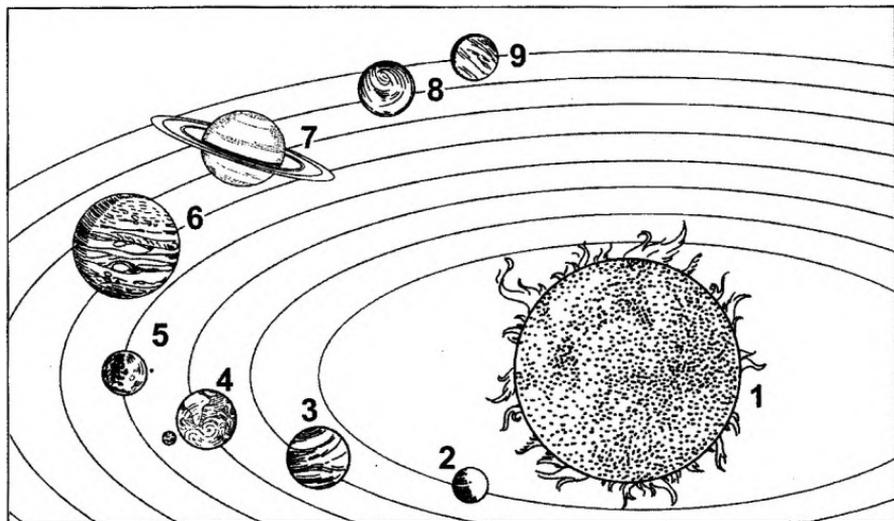


Рис. 327

- 1) Планета под номером 6 состоит примерно на 70 % из водорода и на 30% — из гелия.
- 2) Планета под номером 8 относится к планетам земной группы.
- 3) Планета под номером 4 не имеет атмосферы.
- 4) Планета под номером 2 имеет наименьший период обращения вокруг Солнца.
- 5) Планета под номером 7 не имеет естественных спутников.

Ответ:

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

Параметры	Планеты			
	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние от Солнца, а. е.	0,4	0,7	1,0	1,5
Радиус, км	2439	6052	6378	3378
Масса относительно массы Земли	0,06	0,82	1	0,107
Период вращения	59 сут.	243 сут.	24 ч	24,6 ч
Период обращения вокруг Солнца, годы	0,24	0,62	1,00	1,88

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Третья планета от Солнца — Земля.
- 2) Чем ближе планета располагается к Солнцу, тем больше её период обращения.
- 3) Наименьшей средней плотностью обладает Земля.
- 4) Период вращения Меркурия в 59 раз превышает период вращения Земли.
- 5) Самая крупная планета из планет земной группы — Марс.

Ответ:

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

Параметры	Планеты			
	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние от Солнца, а. е.	0,4	0,7	1,0	1,5
Радиус, км	2439	6052	6378	3378
Масса относительно массы Земли	0,06	0,82	1	0,107
Период вращения	59 сут.	243 сут.	24 ч	24,6 ч
Период обращения вокруг Солнца, годы	0,24	0,62	1,00	1,88

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Ближайшая к Солнцу планета — Марс.
- 2) Чем дальше планета располагается от Солнца, тем большее её период обращения.

- 3) Наибольшей средней плотностью обладает Меркурий.
 4) Период вращения Венеры в 59 раз превышает период вращения Земли.
 5) Наибольший период обращения вокруг Солнца имеет Земля.

Ответ:

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

Планета	Состав атмосферы, %					Физические параметры у поверхности	
	CO_2	N_2	O_2	Ar	H_2O	Давление, атм	Температура, 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 два 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) Марс располагается ближе к Солнцу, чем Венера.
- 4) Наибольшее атмосферное давление на Венере.
- 5) Максимальная температура на Марсе составляет $3^\circ C$.

Ответ:

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

Планета	Состав атмосферы, %					Физические параметры у поверхности	
	CO_2	N_2	O_2	Ar	H_2O	Давление, атм	Температура, 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 два 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 выше, 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:

812. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6'	3,01
Венера	0,72	12 104	177 ° 22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23 ° 27'	7,91
Марс	1,52	6794	25 ° 11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3 ° 08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26 ° 44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97 ° 46'	15,1
Нептун	30,02	49,528	28 ° 19'	16,8

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Орбита Юпитера находится на расстоянии примерно 560 млн км от Солнца.
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около $16,8 \text{ м/с}^2$.
- 3) Вторая космическая скорость для Меркурия составляет примерно 4,26 км/с.
- 4) Чем дальше планета располагается от Солнца, тем больше её возраст.
- 5) На Марсе может наблюдаться смена времён года.

Ответ:

813. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Светимость (в светимостях Солнца)
Альтаир	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

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Температура поверхности Антареса в 2 раза выше, чем поверхности Солнца.
- 2) Температура поверхности и светимость звезды Сириус В свидетельствует о том, что она относится к белым карликам.
- 3) Температура поверхности и светимость звезды Сириус А свидетельствует о том, что она является красным гигантом.
- 4) Плотности вещества звёзд Антарес и Ригель примерно равны.
- 5) Температура поверхности и радиус звезды Альтаир говорят о том, что эта звезда относится к белым звёздам спектрального класса А.

Ответ:

814. Из приведённых ниже утверждений выберите два верных, соответствующих законам движения планет, и 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:

815. Из приведённых ниже утверждений выберите два верных, соответствующих законам движения планет, и 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:

816. На рис. 328 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

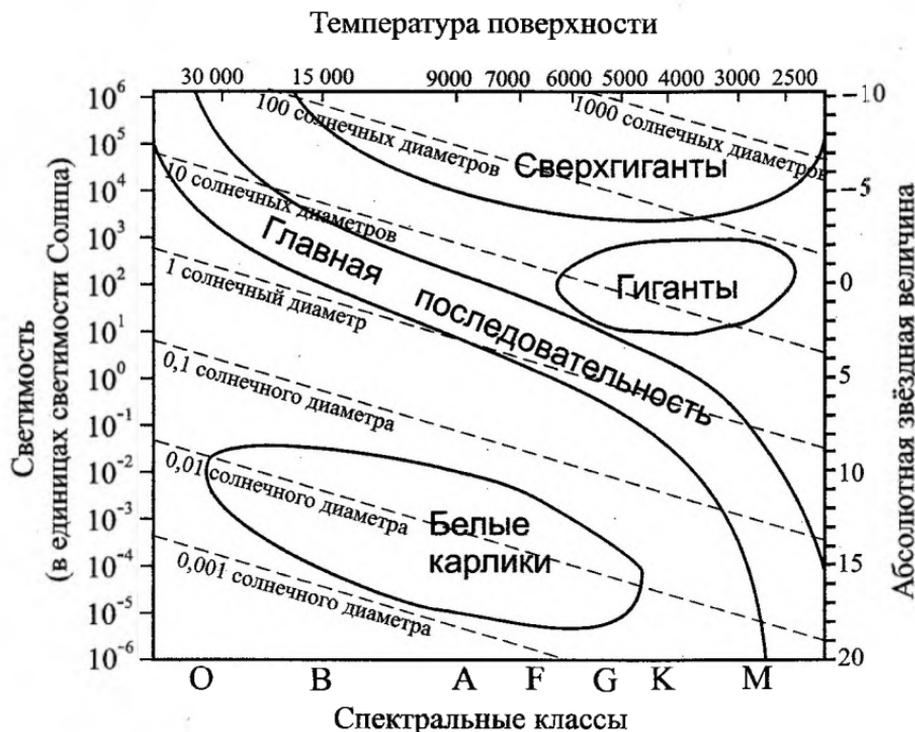


Рис. 328

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют диаграмме, и укажите их номера.

- 1) Звезда Сириус В относится к белым карликам, поскольку её радиус примерно в 100 раз меньше радиуса Солнца, а температура поверхности больше.

- 2) Звёзды-сверхгиганты имеют температуру поверхности больше, чем звёзды-гиганты.
- 3) Температура поверхности звёзд спектрального класса К в 2 раза выше температуры поверхности звёзд спектрального класса А.
- 4) Полярная звезда имеет температуру поверхности 7000 К, а значит, относится к звёздам спектрального класса F.
- 5) Звёзды-сверхгиганты имеют очень большую среднюю плотность.

Ответ:

817. Выберите два утверждения, которые являются правильными, и укажите их номера.

- 1) Звёзды Млечного Пути являются небольшой частью нашей звёздной системы.
- 2) Наша Галактика — сильно сплюснутая звёздная система.
- 3) Наша Галактика сферически симметрична в пространстве.
- 4) Млечным Путём называется видимое нами на небе светлое кольцо.
- 5) Млечный Путь — это вся Вселенная.

Ответ:

818. Выберите два утверждения, которые являются правильными, и запишите их номера.

- 1) Звёзды на небе неподвижны.
- 2) Солнечная система движется в направлении созвездий Лиры и Геркулеса.
- 3) Звёзды движутся с одинаковыми скоростями.
- 4) Звёзды движутся с различными скоростями.
- 5) Вид созвездий не меняется с течением времени.

Ответ:

819. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах-гигантах Солнечной системы.

Параметры	Планеты			
	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Среднее расстояние до Солнца, а. е.	5,2	9,5	19,2	30
Средняя плотность, кг/м ³	1270	690	1290	1640
Ускорение свободного падения, м/с ²	24,79	10,44	8,87	11,15
Экваториальный радиус, км	71 490	60 270	25 560	24 760
Период вращения вокруг оси	9 ч 55 мин	10 ч 40 мин	17 ч 14 мин	16 ч 7 мин
Период обращения вокруг Солнца, лет	11,8	29,46	84,01	164,79
Эксцентриситет орбиты	0,048775	0,055723	0,044405	0,011214
Количество спутников	67	62	27	14

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Центростремительное ускорение Сатурна при движении по орбите больше, чем у Юпитера.
- 2) Самая большая масса из представленных в таблице планет у Юпитера.
- 3) Вторая космическая скорость для Сатурна больше, чем для Нептуна.
- 4) Чем ближе планета располагается к Солнцу, тем больше на ней ускорение свободного падения.
- 5) Частота вращения вокруг своей оси больше всего у планеты Нептун.

Ответ:

820. На рис. 329 цифрой 1 обозначено Солнце. Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) Пояс Койпера находится между планетами, обозначенными цифрами 5 и 6.
- 2) Планета Нептун на рисунке обозначена цифрой 9.
- 3) Планета, обозначенная цифрой 5, имеет два естественных спутника.
- 4) Планета, обозначенная цифрой 2, имеет плотную атмосферу.
- 5) Планета под цифрой 6 имеет меньший период обращения вокруг звезды, чем планета под цифрой 5.

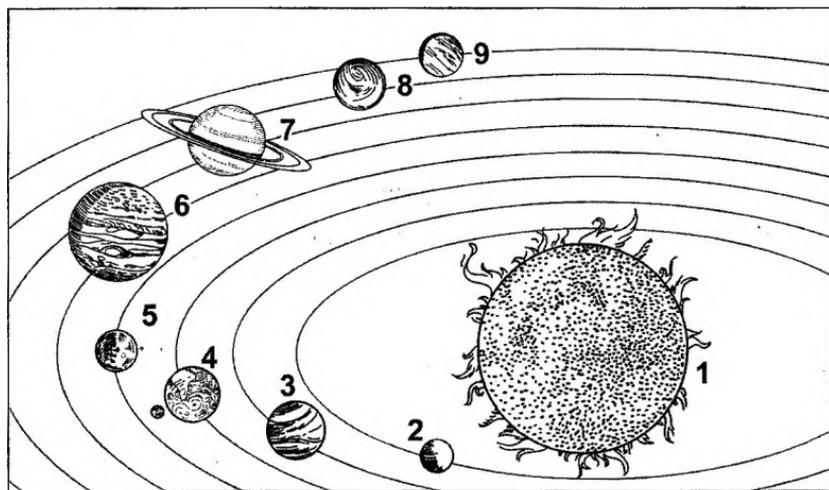


Рис. 329

Ответ:

821. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы:

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e^*	Масса, кг
Веста	265	2,37	3,63	0,091	$3 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты, $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Так как большие полуоси орбит астероидов Церера и Паллада одинаковы, то они движутся по одной орбите.

- 2) Астероид Юнона вращается по более вытянутой орбите, чем астероид Веста.
- 3) Средняя плотность астероида Геба меньше, чем средняя плотность астероида Аквитания.
- 4) Первая космическая скорость астероида Эвномия больше первой космической скорости астероида Аквитания.
- 5) Геба не является астероидом главного пояса.

Ответ:

822. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Температура поверхности Капеллы соответствует температурам звёзд спектрального класса G.
- 2) Звезда Ригель относится к белым карликам.
- 3) Средняя плотность звезды ϵ Возничего В меньше, чем средняя плотность Солнца.
- 4) Звезда Сириус А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рассела.
- 5) Звезда Сириус В относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рассела.

Ответ:

823. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о карликовых планетах Солнечной системы.

Наименование	Афелий/ перигелий, а. е.	Период обращения, лет	Дата открытия	Средняя температура поверхности, °С
Макемаке	52,8 / 38	306	31 мар. 2005 г.	-243
Плутон	49,3 / 29,7	248	18 фев. 1930 г.	-229
Церера	3 / 2,5	4,6	1 янв. 1801 г.	-105
Хуамеа	51,5 / 34,5	282	28 дек. 2004 г.	-240
Эрида	97,6 / 37,9	557	5 янв. 2005 г.	-231

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Плутон является частью пояса Койпера, расположенного за Нептуном.
- 2) Дольше всего один оборот вокруг Солнца делает Эрида.
- 3) Холоднее всего на поверхности карликовой планеты Церера.
- 4) Макемаке был открыт учёными раньше Эриды.
- 5) Чем больше средний радиус орбиты карликовой планеты, тем больше частота её обращения вокруг Солнца.

Ответ:

824. 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 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
Япет	Сатурн	79	718	3561
Титания	Уран	8,7	395	436
Оберон	Уран	13,5	380	583

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников, и укажите их номера.

- 1) Самая большая угловая скорость вращения у Титана.
- 2) Среди спутников Юпитера Ганимед и Ио вращаются по близким орбитам.

- 3) За время двух оборотов Оберона вокруг Урана Титания успеет совершить три оборота вокруг планеты.
- 4) Из спутников Юпитера самый маленький — Европа.
- 5) Частота обращения Япета вокруг Сатурна больше, чем у Титана.

Ответ:

825. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. лет)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	4000	10	880	600
Арктур	4300	1,25	26	37
Беллатрикс	22 000	8,4	6	240
Гакрукс	3400	3	113	88
Вега	10 600	3	3	27
Полярная	7000	6	30	430
Ригель	11 000	18	75	864
Спика	16 800	15	7	160
Сириус	9900	2	1,7	8,6
Фомальгаут	8600	1,9	1,8	25

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Температура на поверхности Полярной звезды в 2 раза выше, чем на поверхности Солнца.
- 2) Температура поверхности и радиус Гакрукса говорят о том, что эта звезда относится к красным гигантам.
- 3) Температура поверхности и радиус Сириуса свидетельствует о том, что эта звезда относится к сверхгигантам.
- 4) Полярная звезда относится к звёздам спектрального класса F.
- 5) Так как массы звёзд Вега и Гакрукс одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Ответ:

826. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. лет)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	4000	10	880	600
Арктур	4300	1,25	26	37
Беллатрикс	22 000	8,4	6	240
Гакрукс	3400	3	113	88
Вега	10 600	3	3	27
Ригель	11 000	18	75	864
Спика	16 800	15	7	160
Сириус	9900	2	1,7	8,6
Фомальгаут	8600	1,9	1,8	25

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Средняя плотность Сириуса меньше средней плотности Альтаира.
- 2) Температура поверхности и радиус Антареса говорят о том, что эта звезда относится к сверхгигантам.
- 3) Сириус относится к тому же спектральному классу, что и Солнце.
- 4) Звезда Фомальгаут относится к белым звёздам спектрального класса А.
- 5) Так как массы звёзд Вега и Гакрукс одинаковы, то они имеют одинаковый цвет.

Ответ:

827. На рис. 330 представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

Выберите два утверждения, которые соответствуют диаграмме, и укажите их номера.

- 1) Если диаметр звезды в 10 раз больше солнечного, она обязательно лежит на главной последовательности.
- 2) Звёзды белые карлики имеют среднюю плотность больше, чем звёзды-гиганты.
- 3) Температура поверхности звёзд спектрального класса М в 4 раза выше температуры поверхности звёзд спектрального класса А.
- 4) Самую большую светимость имеют звёзды белые карлики.
- 5) Если звезда, которая принадлежит тому же спектральному классу, что Солнце, имеет светимость в 100 раз больше солнечной, то она является гигантом.

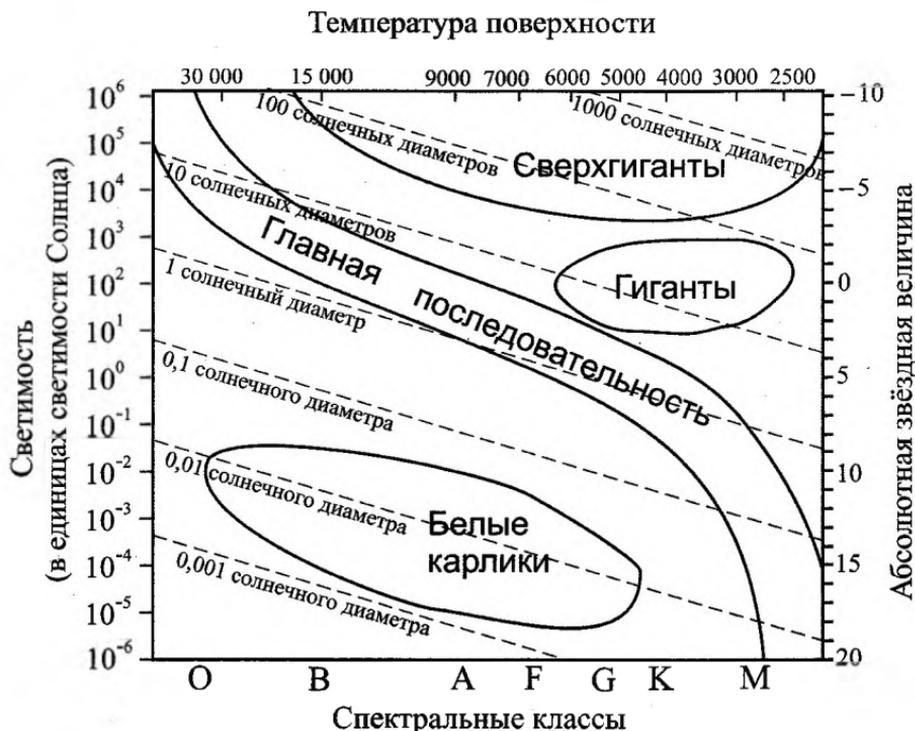


Рис. 330

Ответ:

828. На рис. 331 схематически изображено строение галактики Млечный Путь (на рис. 331а — вид сверху, на рис. 331б — вид сбоку). Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) Цифрой 2 на рисунке отмечено гало.
- 2) Цифрой 2 на рисунке отмечено Солнце.
- 3) Цифрой 3 на рисунке отмечена Солнечная система.
- 4) Цифрой 4 на рисунке отмечены спиральные рукава.
- 5) Цифрой 1 на рисунке отмечены Большое и Малое Магеллановы Облака.

Ответ:

829. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о периодических кометах, появление которых наблюдалось два раза и более.

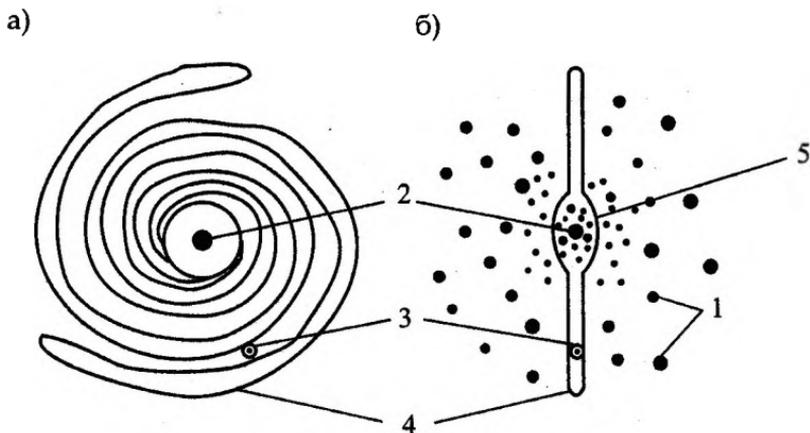


Рис. 331

Наименование кометы	Период обращения (в годах)	Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты (в °)	Год посл. прохождения перигелия
Галлея	76	0,967	162	1986
Энке	3,30	0,848	11,8	2017
Д'Арре	6,5	0,612	19,5	2015
Туттля	13,6	0,820	55	2008
Вольфа	8,74	0,358	27,9	2017

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Реже всего к Земле приближается комета Энке.
- 2) Следующий раз комета Галлея приблизится к Земле на минимальное расстояние в 2062 году.
- 3) По наиболее вытянутой орбите вращается комета Галлея.
- 4) Ближе всего к плоскости эклиптики лежит орбита кометы Туттля.
- 5) Самый большой период обращения из представленных комет имеет комета Вольфа.

Ответ:

Задания повышенного уровня сложности

§ 7. Механика — квантовая физика

7.1. Элементы содержания № 25.

Механика, молекулярная физика (расчётная задача)

830. Какая сила трения действует на тело массой 300 г, покоящееся на наклонной плоскости с углом наклона, равным 30° ? Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.

Ответ: _____ Н.

831. Какова плотность жидкости, в которую погружён сосновый брусок плотностью 510 кг/м^3 , если объём погружённой части бруска составляет 0,425 от его полного объёма?

Ответ: _____ кг/м^3 .

832. Вертолёт летит в горизонтальном направлении со скоростью 40 м/с. Из него выпал груз, который коснулся земли через 4 с. На какой высоте летит вертолёт? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

833. Автомобиль, движущийся со скоростью 60 км/ч, останавливается перед светофором за 2 с. Чему равен тормозной путь автомобиля? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м.

834. Мальчик съезжает с горки высотой 3 м на санках. Масса мальчика с санками 30 кг. Каков вес мальчика с санками, если расстояние от вершины горки до её основания равно 5 м?

Ответ: _____ Н.

835. Пуля массой 9 г, летящая со скоростью 500 м/с, пробивает доску толщиной 3 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Какая доля кинетической энергии пошла на преодоление силы сопротивления?

Ответ: _____ %.

836. Тело бросили с высоты 5 м с начальной скоростью 5 м/с, направленной вверх. Сопротивления воздуха нет. Тело падает на Землю со скоростью...

Ответ: _____ м/с.

837. Мяч брошен горизонтально из окна со скоростью $V_0 = 10$ м/с. На каком расстоянии упадёт мяч, если окно находится на высоте 45 м?

Ответ: _____ м.

838. С какой высоты упало тело, если в тот момент, когда его кинетическая энергия была равна потенциальной, оно имело скорость 14 м/с?

Ответ: _____ м.

839. Летящая со скоростью 20 м/с граната разбивается на два осколка равной массы, один из которых движется в направлении, противоположном движению гранаты, со скоростью 200 м/с. Какова скорость второго осколка?

Ответ: _____ м/с.

840. Пуля массой 9 г, летящая со скоростью 500 м/с, пробивает доску толщиной 3 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Чему равна средняя сила сопротивления доски?

Ответ: _____ кН.

841. Свободно падающее тело массой 100 г затрачивает на движение 3 с. Какова кинетическая энергия тела перед ударом о землю?

Ответ: _____ Дж.

842. Мяч массой 300 г брошен с высоты 1,5 м. При ударе о землю скорость мяча равна 4 м/с. Рассчитайте работу сил сопротивления.

Ответ: _____ Дж.

843. Две лодки массами по 200 кг вместе с пассажирами и грузом плывут навстречу друг другу с одинаковыми относительно воды скоростями 10 м/с. Когда лодки поравнялись, из одной в другую перебросили мешок массой 50 кг. Получившая мешок лодка продолжает движение со скоростью...

Ответ: _____ м/с.

844. Какой мощностью обладает двигатель подъёмника, если он поднимает груз массой 50 кг на высоту 15 м за 10 с?

Ответ: _____ Вт.

845. Свободно падающее тело затрачивает на движение 3 с. С какой высоты упало тело?

Ответ: _____ м.

846. Пуля массой 30 г, летящая под углом 45° к горизонту со скоростью 600 м/с, попадает в стоящую тележку с песком и застревает в нём (см. рис. 332). Определите импульс тележки с песком после попадания пули. Ответ округлите до десятых.

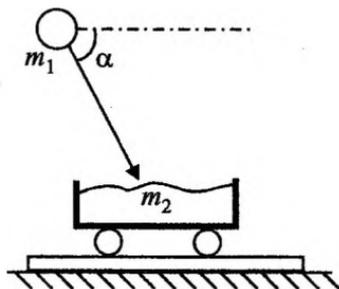


Рис. 332

Ответ: _____ кг · м/с.

847. На какой высоте кинетическая энергия свободно падающего тела равна его потенциальной энергии, если на высоте 10 м скорость тела равна 8 м/с?

Ответ: _____ м.

848. КПД двигателя механизма, имеющего мощность 300 кВт и двигающегося со скоростью 36 км/ч, равен 0,4. Найдите силу сопротивления движению.

Ответ: _____ кН.

849. Невесомый шарик объемом 1 см³ соединён с точечной массой 1 г невесомым стержнем длиной $l = 1$ м (см. рис. 333); вся система погружена в воду. Какой результирующий момент сил необходим, чтобы удерживать стержень в горизонтальном положении?

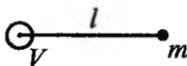


Рис. 333

Ответ: _____ Н·м.

850. Два одинаковых тела движутся с одинаковыми скоростями под углом 90° друг к другу. Какая доля кинетической энергии тел переходит в теплоту после их неупругого столкновения?

Ответ: _____.

851. Лестница длиной $l = 4$ м приставлена к идеально гладкой стене под углом 30° (см. рис. 334). Коэффициент трения между лестницей и полом 0,2. На какое расстояние x вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнёт скользить? Массой лестницы пренебречь. Ответ округлите до десятых.

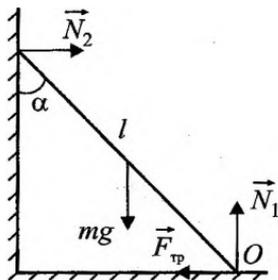


Рис. 334

Ответ: _____ м.

852. Во время тренировки бобслеист спустился с ледяного жёлоба высотой 12 м на спортивном снаряде боб без трения, а затем ещё некоторое расстояние проехал по горизонтали до остановки. Найдите длину тормозного пути, если общая масса бобслеиста вместе со спортивным снарядом 60 кг, а сила трения при движении по горизонтальной поверхности 100 Н.

Ответ: _____ м.

853. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через некоторое время τ от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с постоянным ускорением 3 м/с^2 . Он догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равно τ ?

Ответ: _____ с.

854. Шарик, прикрепленный к пружине и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания. Зависимость проекции силы упругости пружины на ось Ox от координаты шарика представлена на графике (см. рис. 335). Работа силы упругости на этапе 2—1—0 составляет...

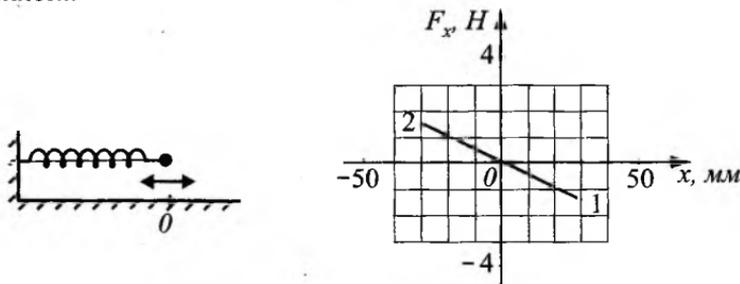


Рис. 335

Ответ: _____ Дж.

855. Первые три четверти пути автомобиль двигался со скоростью 20 м/с, а оставшееся расстояние — со скоростью 54 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля на всём пути? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м/с.

856. Шарики массами 100 г и 150 г движутся навстречу друг другу со скоростями, равными соответственно 15 м/с и 10 м/с. На сколько градусов изменилась температура шариков после абсолютно неупругого соударения? Удельная теплоёмкость материала шариков равна 130 Дж/(кг·К). КПД процесса равен 90 %.

Ответ: на _____ °С.

857. Тело массой 5 кг бросили вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Чему равна работа силы трения, если максимальная высота, на которую поднялось тело, равна 4,8 м?

Ответ: _____ Дж.

858. Тело массой 10 кг вертикально падает с высоты $h = 6$ м. Чему равен импульс тела во время удара о землю, если работа силы сопротивления воздуха равна 100 Дж?

Ответ: _____ кг·м/с.

7.2. Элементы содержания № 26.

Молекулярная физика, электродинамика (расчётная задача)

859. Какова температура газа в сосуде объёмом 7 л, если в нём при нормальном атмосферном давлении содержится $1,32 \cdot 10^{23}$ молекул? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ °С.

860. Тепловая машина с максимальным КПД, имеющая в качестве нагревателя открытый сверху резервуар с кипящей водой, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при 0 °С, за цикл совершила работу 2 МДж. Какая масса льда при этом растаяла? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг.

861. В сосуде, заполненном азотом, поршень неплотно прилегает к стенкам сосуда. Медленно опуская поршень, так, что объём азота уменьшается в 1,5 раза, замечают, что давление азота увеличилось в 1,2 раза. Считая температуру азота неизменной, определите, во сколько раз уменьшилось количество молекул азота в данном опыте.

Ответ: _____.

862. С 0,1 моль идеального газа происходит циклический процесс, как показано на рис. 336. Определите минимальную температуру газа в этом цикле. Ответ округлите до целых.

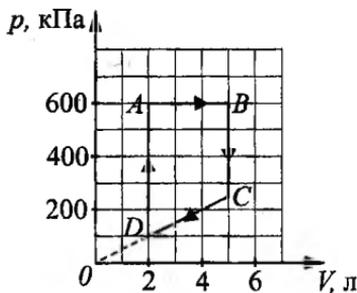


Рис. 336

Ответ: _____ К.

863. Температура газа увеличилась от 25°C до 50°C . Средняя кинетическая энергия молекулы увеличилась на... Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ %.

864. Какова масса углекислого газа в баллоне вместимостью 50 л при температуре 300 К и давлении 997,2 кПа?

Ответ: _____ г.

865. На сколько градусов нагреется серебряный шарик при ударе о землю, если он упадет с высоты 1000 м? Считать, что на нагревание расходуется 50 % механической энергии шарика. Удельная теплоёмкость серебра равна $250 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

Ответ: на _____ К.

866. Сколько льда, взятого при 0°C , потребуется для того, чтобы охладить 1,755 л воды, взятой при температуре 95°C , до 5°C ?

Ответ: _____ кг.

867. Каков объём сосуда, если в нём при нормальных условиях содержится $1,32 \cdot 10^{23}$ молекул? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ л.

868. Найдите массу воздуха, заполняющего кабинет высотой 2,7 м и площадью 30 м^2 . Давление воздуха равно 100 кПа, температура воздуха 17°C . Молярная масса воздуха 29 г/моль. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ кг.

869. Какова температура кислорода, если среднеквадратичная скорость его молекул равна 510 м/с ? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ °С.

870. В калориметре находятся в тепловом равновесии 90 г воды и 9 г льда. Какой должна быть минимальная масса алюминиевого шарика, имеющего температуру 372 К , чтобы после опускания его в калориметр весь лёд растаял? Тепловыми потерями пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ г.

871. В сосуде объёмом 2 л находится смесь, состоящая из 8 г гелия (молярная масса 4 г/моль) и 32 г кислорода (молярная масса 32 г/моль). Температура смеси равна 400 К . Определите давление в сосуде.

Ответ: _____ МПа.

872. В сосуд с водой, масса которой равна 900 г , опустили стальной шарик, масса которого равна 600 г , а температура 80 °С . Через некоторое время в сосуде установилась температура 12 °С . Найдите первоначальную температуру воды. Удельная теплоёмкость стали $0,46 \text{ кДж/(кг·К)}$. Теплоёмкостью сосуда пренебречь.

Ответ: _____ °С.

873. В сосуде находится смесь $m_1 = 10 \text{ г}$ азота и $m_2 = 20 \text{ г}$ углекислого газа при температуре $T = 300 \text{ К}$ и давлении $p = 10^5 \text{ Па}$. Найдите плотность смеси, считая газы идеальными. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ кг/м³.

874. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 400 К , а температура холодильника — 300 К . Нагреватель каждую секунду передаёт тепловой машине 800 Дж тепла. Определите полезную мощность этого двигателя.

Ответ: _____ Вт.

875. Какое число молекул газа находится в кабинете высотой $2,7 \text{ м}$ и площадью 30 м^2 ? Давление газа равно 100 кПа , температура газа равна 17 °С .

Ответ: _____ 10^{27} .

876. В закрытом сосуде находится смесь водорода и кислорода. Чему равно отношение среднеквадратичной скорости молекул водорода к среднеквадратичной скорости молекул кислорода?

Ответ: _____.

877. Найдите изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа в ходе процесса, график которого приведён на рис. 337.

Ответ: _____ кДж.

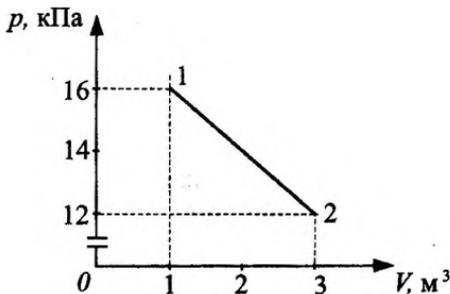


Рис. 337

878. Найдите количество теплоты, переданное одноатомному идеальному газу в ходе процесса, график которого приведён на рис. 338.

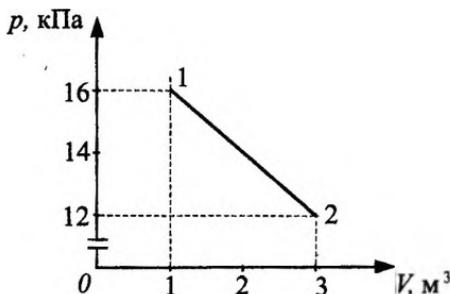


Рис. 338

Ответ: _____ кДж.

879. В медном калориметре массой 100 г находится 200 г воды при температуре 15°C . В воду опустили свинцовую гиру, нагретую до температуры 90°C . После установления теплового равновесия вода нагрелась до $18,2^\circ\text{C}$. Определите массу гири (теплообменом с окружающей средой пренебречь).

Ответ: _____ г.

880. В калориметре находится 200 мл воды при температуре 0°C . В воду добавляют кусок льда массой 40 г, температура которого -7°C . Определите температуру содержимого калориметра после установления в нём теплового равновесия.

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

881. Холодильник работает по циклу Карно. Температура радиатора холодильника 67°C , КПД мотора 0,8. Какую минимальную мощность должен

потреблять мотор, если температура в морозильной камере -23°C , а через стенки в неё поступает $0,1$ МДж теплоты в час?

Ответ: _____ Вт.

882. Гранулы разных сплавов металлов 1 и 2 по 200 г каждого нагревают в кипящей воде и погружают в два калориметра со 100 г воды при 20°C в каждом. После установления теплового равновесия температура воды в первом калориметре стала равной 24°C , а во втором калориметре стала равной 28°C . Чему равно отношение удельных теплоёмкостей сплавов металлов 1 и 2 по этим данным?

Ответ: _____.

883. В сосуде объёмом 2 л находится гелий плотностью $\rho = 2$ кг/м³. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, считая его идеальным, чтобы повысить его температуру на 10 К? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Дж.

884. В двух сосудах с объёмами V_1 и $V_2 = \frac{1}{3}V_1$ содержатся гелий и кислород соответственно при одинаковой температуре. Давление кислорода $p_2 = 13$ Па. После перекачивания гелия во 2-й сосуд в нём устанавливается давление смеси $p = 58$ Па. Каким было давление гелия в 1-м сосуде?

Ответ: _____ Па.

885. В калориметре находится 2 кг воды при 0°C . В воду впустили $0,2$ кг водяного пара, находящегося при 100°C . Какая температура установится в калориметре после теплообмена? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

886. В калориметре находится 500 г льда при температуре 0°C . В калориметр налили 2 кг воды при 100°C . Какая температура установится в калориметре после теплообмена? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

887. В калориметре смешали 1 л воды с температурой $T_1 = 400$ К и 3 л воды с температурой $T_2 = 100$ К. Найдите температуру образовавшейся смеси.

Ответ: _____ К.

888. В сосуд налили 2 л воды при температуре 25°C и поставили на огонь. Через сколько минут вода в сосуде закипит, если мощность горелки 7 кВт?

Теплоёмкостью сосуда пренебречь, считать, что вся выделяемая теплота идёт на нагревание воды.

Ответ: _____ мин.

889. Вначале в баллоне находилось 200 г гелия. В результате утечки давление газа в баллоне понизилось на 50 %, а его абсолютная температура понизилась на 20 %. Чему равна масса гелия, оставшегося в баллоне?

Ответ: _____ г.

890. При измерении удельной теплоёмкости воды она нагревалась спиралью сопротивлением 2 Ом, по которой шёл ток 2 А. За 4,5 мин 100 г воды нагрелось на 5 °С. Насколько результаты эксперимента отличаются от действительного значения $C = 4200$ Дж/(кг · град)? Ответ округлите до десятых.

Ответ: на _____ %.

891. Найдите давление идеального газа, плотность которого равна $1,5$ кг/м³, а средняя квадратичная скорость молекул 200 м/с.

Ответ: _____ кПа.

7.3. Элементы содержания № 27.

Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача)

892. 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 силой 2 А?

Ответ: _____.

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

Ответ: _____ Вт.

894. Какое количество витков должна иметь катушка, чтобы при изменении магнитного потока на 32 мВб за 0,64 с в ней индуцировалась ЭДС, равная 5 В?

Ответ: _____.

895. В колебательном контуре в момент $t = 0$ энергия конденсатора максимальна и равна 4 Дж. Чему будет равна энергия конденсатора через половину периода колебаний?

Ответ: _____ Дж.

896. Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 200 В, отсоединили от источника тока. Какой станет разность потенциалов, если в пространство между обкладками поместить диэлектрик проницаемостью $\epsilon = 4$?

Ответ: _____ В.

897. Расстояние от предмета до переднего фокуса линзы в 9 раз меньше, чем расстояние от заднего фокуса до изображения. Каково увеличение линзы?

Ответ: _____.

898. Между зарядами $+6,4 \cdot 10^{-6}$ Кл и $-6,4 \cdot 10^{-6}$ Кл расстояние равно 12 см. Найдите напряжённость поля в точке, удалённой на 8 см от обоих зарядов. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^7$ В/м.

899. В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности равна 5 мА, а амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе — 2 В. В момент времени t сила тока в катушке 3 мА. Определите напряжение на конденсаторе в этот момент времени.

Ответ: _____ В.

900. Предмет находится на расстоянии 20 см от линзы с оптической силой $D = +4$ дптр перпендикулярно главной оптической оси. Определите линейное увеличение в этом случае.

Ответ: _____.

901. Насколько изменился магнитный поток внутри катушки за 0,5 с, если за это время в ней возникла ЭДС индукции 12 В? Число витков катушки равно 1000.

Ответ: _____ мВб.

902. Конденсатор ёмкостью $2 \cdot 10^{-10}$ Ф заряжен до напряжения 200 В. Определите работу, которую нужно совершить, чтобы увеличить зазор между обкладками в 2 раза.

Ответ: _____ 10^{-6} Дж.

903. На каком расстоянии от линзы с оптической силой 2 дптр надо поместить экран, чтобы получить на нём резкое изображение предмета, расположенного перед линзой на расстоянии 2 м?

Ответ: _____ м.

904. При освещении дифракционной решётки лазерным лучом красного цвета на экране наблюдалась серия симметрично расположенных пятен

света. Как изменятся расстояния между пятнами, если заменить лазерный луч красного цвета на луч зелёного цвета?

Ответ: _____.

905. Под каким углом ориентирован проводник с током к вектору магнитной индукции внешнего однородного поля, модуль которого составляет 0,2 Тл, если на каждые 1,5 м его длины действует сила 0,6 Н? Сопротивление проводника равно 3 Ом, а напряжение на его концах равно 12 В.

Ответ: _____°.

906. Полное число главных максимумов, которые реализуются при дифракции плоской монохроматической волны (с длиной волны λ) на решётке с периодом $d = 4,5\lambda$, равно...

Ответ: _____.

907. Два одинаковых шарика, зарядом $1,2 \cdot 10^{-6}$ Кл каждый, подвешены к одной точке на нитях длиной 20 см. Найдите массы шариков, если угол между нитями равен 60° . Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ г.

908. К полюсам батареи из двух источников (каждый с ЭДС 75 В и внутренним сопротивлением 4 Ом) подведены две параллельные медные шины сопротивлением 10 Ом каждая (см. рис. 339). К концам шин и к их серединам подключены две лампочки сопротивлением 20 Ом каждая. Чему равна сила тока во второй лампочке, если пренебречь сопротивлением подводящих проводов?

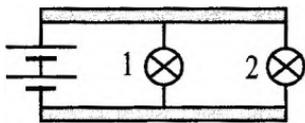


Рис. 339

Ответ: _____ А.

909. Небольшой шарик массой 72 г, подвешенный на нерастяжимой нити, имеет заряд q_1 . Второй шарик с отрицательным зарядом $q_2 = -8$ мкКл располагают точно под первым на расстоянии 50 см от него, при этом сила натяжения увеличилась в 3 раза. Чему равна величина заряда q_1 ?

Ответ: _____ мкКл.

910. В колебательном контуре в момент $t = 0$ энергия конденсатора максимальна и равна 3 Дж. Чему будет равна энергия конденсатора через четверть периода колебаний?

Ответ: _____ Дж.

911. Два изолированных проводника, удалённых друг от друга, имеют потенциалы $\varphi_1 = 20$ В и $\varphi_2 = 60$ В; заряды на проводниках равны. Какой потенциал установится на проводниках после того, как их ненадолго соединили тонким проводником?

Ответ: _____ В.

912. К источнику тока с ЭДС 15 В и некоторым внутренним сопротивлением присоединили лампочку сопротивлением 80 Ом. В лампочке за 2 минуты выделяется 96 Дж количества теплоты. Определите внутреннее сопротивление источника.

Ответ: _____ Ом.

913. Показания вольтметра, включённого в цепь, составляют 220 В. Рассчитанную на какое напряжение изоляцию нужно использовать в данной цепи переменного тока? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ В.

914. К воздушному плоскому конденсатору, заряженному до напряжения 210 В и отключённому от источника, присоединили параллельно такой же по геометрическим размерам, но не заряженный конденсатор с диэлектриком из стекла, заполняющим весь зазор. Какова диэлектрическая проницаемость стекла, если напряжение на зажимах батареи конденсаторов оказалось равным 30 В?

Ответ: _____.

915. Луч света из воздуха падает под углом 30° на плоскопараллельную пластинку с показателем преломления $n = 1,5$ и проходит её за время $t = 0,025$ нс. Какова толщина пластинки?

Ответ: _____ мм.

916. В однородное электрическое поле со скоростью $0,5 \cdot 10^7$ м/с влетает электрон и движется по направлению линий напряжённости поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряжённости поля равен 1200 В/м?

Ответ: _____ см.

917. Каково сопротивление участка цепи, изображённого на рис. 340, если $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 8$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 6$ Ом, $R_5 = 8$ Ом?

Ответ: _____ Ом.

918. Протон вращается в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл по окружности. Каков период его обращения?

Ответ: _____ мкс.

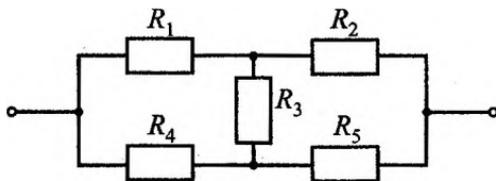


Рис. 340

919. На дифракционную решётку с периодом $0,01$ мм нормально падает свет длиной волны 500 нм. Под каким углом будет виден первый максимум?

Ответ: _____ °.

920. Плоский конденсатор ёмкостью 100 пФ подключили к источнику постоянного напряжения 300 В. Затем источник отсоединили. Какую работу необходимо совершить, чтобы раздвинуть пластины конденсатора, удвоив расстояние между ними?

Ответ: _____ мкДж.

921. Плоский воздушный конденсатор, с расстоянием между пластинами 30 мм и площадью каждой из них 60 см², присоединён к источнику постоянного напряжения 2 кВ. Параллельно обкладкам в конденсатор ввели металлическую пластину толщиной 10 мм и такой же площади. Определите работу источника тока, совершённую при этом процессе. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ мкДж.

922. На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием 12 см надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

Ответ: _____ см.

923. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого равно $0,5$ мм, при разности потенциалов 500 В имеет заряд на пластинах $0,1$ мкКл. Какова площадь обкладок конденсатора? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ дм².

924. Два последовательно соединённых незаряженных конденсатора ёмкостями 1 мкФ и 3 мкФ подсоединены к источнику постоянного напряжения 120 В. Каким станет заряд на пластинах первого конденсатора после зарядки обоих конденсаторов? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ мкКл.

925. Две частицы, имеющие заряды соответственно q_1 и q_2 и отношение масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$, приобрели в электрическом поле одну и ту же кинетическую энергию в результате того, что первая частица прошла разность потенциалов U_1 , а вторая — разность потенциалов U_2 . Каково отношение $\frac{q_2}{q_1}$, если начальная скорость у обеих частиц была равна нулю, а $\frac{U_1}{U_2} = 3$?

Ответ: _____.

926. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 4 см со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля равна 0,6 Тл. Найдите заряд частицы, если её энергия равна $19,2 \cdot 10^{-16}$ Дж.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Кл.

927. Дифракционная решётка с периодом 10^{-6} м расположена параллельно экрану. На решётку по нормали к ней падает плоская монохроматическая волна длиной 0,4 мкм. По какому количеству максимумов, наблюдаемому на экране, можно проводить спектральный анализ?

Ответ: _____.

928. По окружности какого радиуса будет двигаться электрон, если он влетел в однородное магнитное поле со скоростью 10^7 м/с, направленной перпендикулярно вектору $B = 0,2$ Тл?

Ответ: _____ мм.

929. Предмет находится на расстоянии 10 см от линзы с оптической силой $D = -2$ дптр перпендикулярно оптической оси. Определите линейное увеличение. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____.

930. Линза оптической силой 20 дптр даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 5 раз. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ см.

931. Какова ЭДС источника тока, если при внутреннем сопротивлении 1 Ом и нагрузочном сопротивлении, состоящем из двух одинаковых последовательно включённых сопротивлений по 2 Ом каждый, через источник тока течёт ток силой 1 А?

Ответ: _____ В.

932. В магнитном поле с индукцией 20 мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции находится участок проводника длиной 5 см, по которому

протекает ток силой 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 10 см в направлении своего действия?

Ответ: _____ мДж.

933. Проводя опыты по фотоэффекту, металлическую пластинку облучали светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 400$ нм и $\lambda_2 = 550$ нм. Определите работу выхода с поверхности металла, если во втором опыте максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, уменьшилась в 4 раза. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ эВ.

934. Известно, что энергия фотона в потоке фотонов, падающих на поверхность металла, в 2 раза больше работы выхода электронов из металла. Во сколько раз надо увеличить частоту падающего излучения, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличилась в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

935. Скорость протона составляет 46 км/с. Какова длина волны де Бройля для данного протона? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ пм.

936. Каков радиус орбиты электрона в атоме водорода, если он притягивается к ядру с силой 5,2 нН? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ нм.

937. Металлическую пластину облучают светом частотой $1,3 \cdot 10^{15}$ Гц. На графике (см. рис. 341) приведена зависимость фототока от приложенного обратного напряжения. Найдите работу выхода для данного металла. Ответ округлите до десятых.

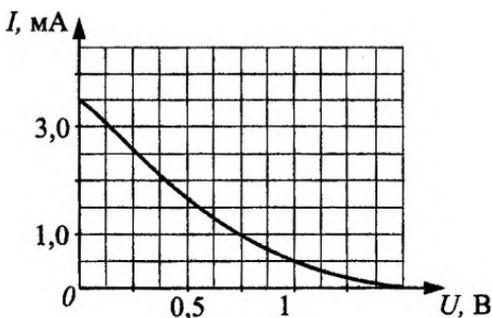


Рис. 341

Ответ: _____ эВ.

938. Работа выхода электронов из вольфрама равна 4,5 эВ. Чему равна длина волны красной границы фотоэффекта для вольфрама?

Ответ: _____ нм.

939. Фотоны с энергией $E = 4,2$ эВ вырывают из металлической пластины электроны с максимальной кинетической энергией 1,8 эВ, а фотоны с энергией в три раза большей — электроны с максимальной кинетической энергией, равной...

Ответ: _____ эВ.

940. При облучении серебряной пластины светом длиной волны 260 нм появляется фототок. Светом какой длины волны надо облучить эту же пластину, чтобы запирающее напряжение было равно 5,7 В?

Ответ: _____ нм.

941. Металлическая пластинка облучается монохроматическим светом длиной волны 400 нм. Работа выхода электронов из металла 3 эВ. Определите температуру газа, при которой средняя энергия теплового движения его атомов будет равна энергии электронов, выбитых из пластинки. Газ считать идеальным. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ К.

942. Источник света, потребляющий электрическую мощность 150 Вт, излучает в одну секунду $5 \cdot 10^{17}$ фотонов с длиной волны 600 нм. Определите КПД источника света.

Ответ: _____ %.

943. Светящаяся точка равномерно движется по прямой, образующей угол 30° с плоскостью зеркала, со скоростью 0,2 м/с. С какой скоростью изменится расстояние между светящейся точкой и её изображением?

Ответ: _____ м/с.

944. С какой максимальной скоростью полетит фотоэлектрон, если на катод упал фотон с энергией 3 эВ, а работа выхода из катода 2 эВ?

Ответ: _____ км/с.

945. С какой силой ядро атома водорода притягивает электрон, находящийся на первой боровской орбите радиусом 53 пм? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ нН.

946. Чему равна работа выхода из материала катода, если при поглощении фотона частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц электрон, вылетевший из катода, имеет энергию $1,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: _____ Дж.

947. Вещество освещается светом длиной волны $\lambda = 500$ нм. Фототок прекращается при запирающем напряжении, равном 1,48 В. Определите красную границу фотоэффекта $\lambda_{\text{макс}}$.

Ответ: _____ нм.

948. Фотоны с энергией 4,8 эВ вызывают фотоэффект при попадании на вольфрамовый фотокатод с работой выхода электрона 4,5 эВ. Во сколько раз изменится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, если увеличить в 3 раза количество фотонов, а их энергию увеличить в 1,5 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

949. Рассчитайте энергию связи нуклонов в ядре неона ${}_{10}^{20}\text{Ne}$. Масса ядра атома неона $m_{\text{я}} = 19,9863$ а. е. м.

Ответ: _____ МэВ.

950. В результате β -распада тритий (${}^3_1\text{H}$) превращается в гелий (${}^3_2\text{He}$). Какая энергия выделяется в этой реакции, если масса трития 3,016049 а. е. м., а масса гелия 3,016029 а. е. м.?

Ответ: _____ кэВ.

7.4. Элементы содержания № 28.

Механика — квантовая физика (качественная задача)

951. Две порции одного и того же газа охлаждаются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рис. 342. Почему изохора 1 лежит выше изохоры 2? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали при этом.

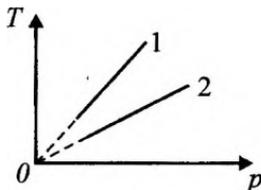


Рис. 342

952. Если надуть два одинаковых шарика до разных размеров, а потом соединить короткой трубкой, то один шарик начнёт надуваться за счёт другого. Какой и почему?

953. Метеорологи выяснили, что относительная влажность воздуха в один из весенних вечеров была 28 % при температуре воздуха 15 °С. Возможны ли предстоящим утром заморозки на почве? Что надо сделать, чтобы снизить вероятность заморозков на конкретном сельхозучастке? Ответ поясните, опираясь на законы физики.

954. На рис. 343 изображён график процесса, совершаемого некоторой массой одноатомного идеального газа. Получает или отдаёт газ тепло в ходе данного процесса? Ответ обоснуйте.

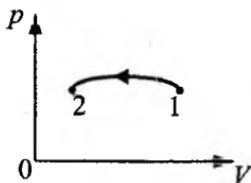


Рис. 343

955. Изменится ли температура в комнате, если длительное время держать в ней холодильник с открытой дверцей? Поясните ответ.

956. Какой воздух при одинаковом объёме и одинаковом давлении имеет большую массу: сухой или влажный?

957. Почему перед полётом на самолёте не рекомендуется пить газированную воду?

958. Почему в жаркий летний день поверхность голой земли или песка нагревается гораздо сильнее, чем поверхность, покрытая травой?

959. Стеклянную трубку диаметром в несколько сантиметров и длиной около метра, запаянную с одного конца, заполнили доверху водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в широкий сосуд с водой (см. рис. 344). Воду в широком сосуде начинают медленно нагревать до кипения. Где установится уровень воды в трубке, когда вода в широком сосуде закипит? Ответ поясните, используя физические законы.

960. По катушке с большим числом витков течёт переменный ток. Внутрь катушки вносят массивный стержень из алюминия и оставляют там. Какое явление будет наблюдаться спустя некоторое время? Ответ поясните, ссылаясь на физические закономерности.

961. Нагревательные элементы электроприборов изготавливают из металла, а не из полупроводника. Почему? Что произойдёт, если эти элементы

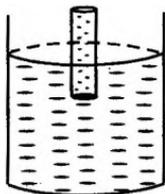


Рис. 344

изготовить из полупроводниковых материалов? Ответы поясните, опираясь на законы физики.

962. Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске. Миска покоится на поверхности земли (см. рис. 345). Что произойдёт с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, используя физические закономерности.

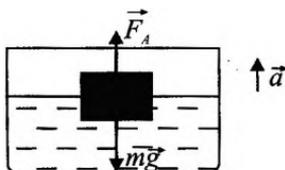


Рис. 345

963. Почему для предотвращения высыхания продуктов питания их помещают в полиэтиленовые пакеты? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали при этом.

964. На диаграмме (p, V) изображён процесс, совершаемый газом. Покажите на рис. 346 полную работу газа в процессе 1–3. Укажите её знак.

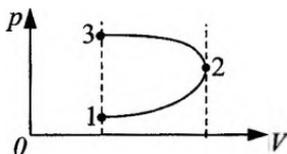


Рис. 346

965. Если металлическую канцелярскую кнопку положить в стакан с водой ребром или остриём вниз, то она утонет. Если аккуратно опустить её плоской поверхностью на воду, то она будет плавать, а поверхность воды под ней станет искривлённой. Объясните наблюдаемое явление.

966. Почему железный гвоздь на ощупь кажется нам холоднее деревянного карандаша, хотя их температуры при этом одинаковы? Объясните наблюдаемое явление с физической точки зрения.

967. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рис. 347 показан процесс, иллюстрирующий изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объёма газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

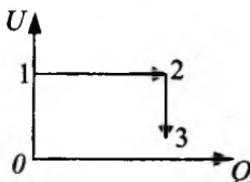


Рис. 347

968. Ваня и Тихон нагревают одинаковое количество воды в одинаковых мензурках от температуры 1°C до 4°C , используя одинаковые нагреватели. Ваня поместил свой нагреватель внизу мензурки, а Тихон —верху мензурки. Кто быстрее нагреет воду в указанном диапазоне? Зависимость плотности воды при невысоких температурах ($0^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$) приведена на рис. 348. При ответе укажите законы, на основании которых дан ответ.

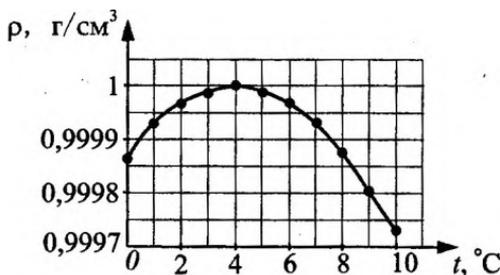


Рис. 348

969. Объясните, почему при равномерном подводе тепла кипение воды происходит с образованием отдельных крупных пузырей пара.

970. Почему жару значительно труднее человек переносит при высокой влажности воздуха?

971. При установке сплит-систем в квартирах и офисах их обычно располагают в верхней части помещения. Объясните с физической точки зрения, чем вызвано такое расположение приборов.

972. Что произойдёт с лёгкой гильзой из алюминиевой фольги, подвешенной на длинной нити, если к ней поднести, не касаясь её, заряженную отрицательно эбонитовую палочку? Объясните наблюдаемое явление с физической точки зрения.

973. Что произойдёт с массивным медным стержнем, если внести и оставить его на длительное время внутри катушки, по которой течёт переменный ток? Ответ объясните, ссылаясь на физические законы.

974. Может ли трамвай не только потреблять электрическую энергию, но и запастись её?

975. Два точечных заряда $+q$ и $-q$ расположены на плоскости Oxy в точках с координатами $(a, 0)$ и $(-a, 0)$ соответственно. Постройте график зависимости $E_x(x)$.

976. В схеме на рис. 349 сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равно R , ЭДС источника равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление r . Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, не изменяются) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали при этом.

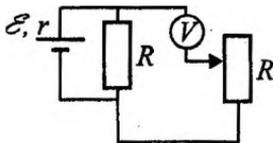


Рис. 349

977. К клеммам первичной обмотки трансформатора подключён источник линейно возрастающего напряжения. Опишите процессы, происходящие в трансформаторе. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для описания процессов.

978. К колебательному контуру последовательно подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с периодом T . Электрическую ёмкость конденсатора колебательного контура можно плавно менять от максимального значения C_{max} до минимального C_{min} . Индуктивность катушки не меняется. Ученик постоянно уменьшал ёмкость конденсатора от C_{max} до C_{min} и обнаружил, что амплитуда силы тока в

контуре всё время убывала. Опираясь на законы физики, объясните наблюдения ученика.

979. Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения изображена на рис. 350. В начальный момент ключ в цепи замкнут. В момент времени $t = 0$ ключ размыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рисунке.

Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при размыкании ключа сила тока в цепи плавно уменьшается, приближаясь к новому значению I_1 . Определите величину I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

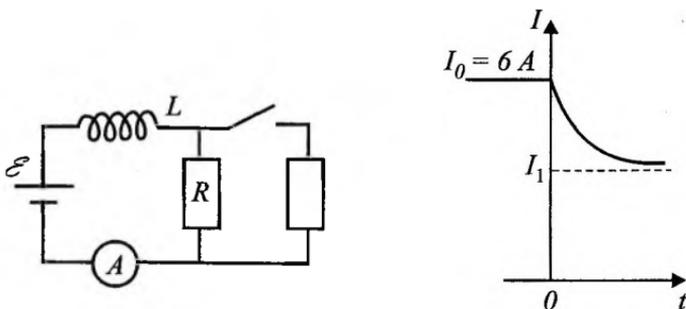


Рис. 350

980. Изобразите вольт-амперную характеристику при фотоэффекте для двух разных световых потоков и объясните их ход.

981. На рис. 351 приведён спектр энергий электронов при β -распаде. Чем объясняется разброс энергий электронов в пределах от 0 до 0,783 МэВ?

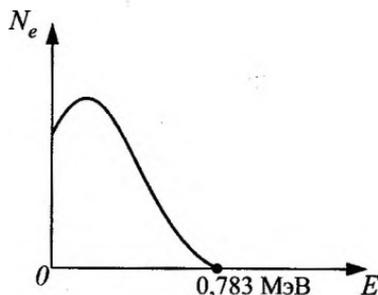


Рис. 351

Задания высокого уровня сложности

§ 8. Механика — квантовая физика

8.1. Элементы содержания № 29.

Механика (расчётная задача)

982. На дне сосуда с жидкостью укреплена шарнирно тонкая деревянная цилиндрическая палочка длиной 40 см, часть которой длиной 10 см выступает над поверхностью жидкости (см. рис. 352). Чему равно отношение плотности жидкости к плотности дерева?

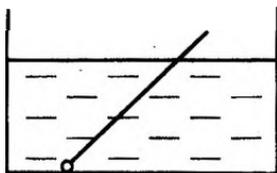


Рис. 352

983. На длинных тонких нитях подвешены пластилиновые шары массой m и $3m$, как показано на рис. 353а. Шар массой $3m$ отводят на угол 60° (см. рис. 353б) и отпускают без начальной скорости. На какой угол относительно первоначального положения отклонятся шары после абсолютно неупругого столкновения, если длина нити L ?

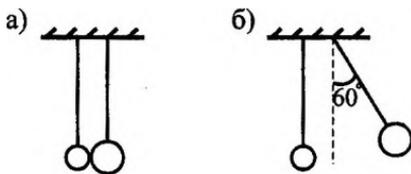


Рис. 353

984. Под каким углом к горизонту бросили мяч, если в верхней точке его траектории значения потенциальной и кинетической энергии оказались одинаковыми?

985. В верхнюю точку треугольного клина с длиной основания $L = 49$ см, углом наклона $\alpha = 45^\circ$ и массой $M = 300$ г поместили прямоугольный брус с основанием $l = 10$ см и массой $m = 50$ г. Брус отпускают, и он начинает свободно скользить по клину. Какое расстояние пройдёт клин к

моменту, когда брус коснётся горизонтальной поверхности, на которой находится клин? (Силами трения бруса о клин и клина о горизонтальную поверхность пренебречь.)

986. Шарик, движущийся горизонтально со скоростью $11,3$ м/с, вкатывается на горку, имеющую форму, представленную на рис. 354. Дуга АБ — четверть окружности радиусом $R = 5$ м. Пренебрегая силой трения, определите, на каком расстоянии от точки Б упадёт шарик ($g = 9,8$ м/с²). (При расчётах рекомендуется учитывать 2 знака после запятой.)

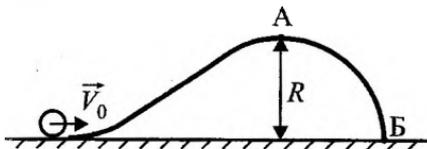


Рис. 354

987. Ядро массой 2 кг, брошенное под углом 30° , через $0,75$ с оказалось в высшей точке траектории. Какова работа, затраченная на бросание ядра?

988. Коэффициент трения скольжения между камнем и деревянной доской равен $0,46$. При каком угле между доской и горизонтом камень, размещённый на доске, начнёт с неё соскальзывать?

989. Небольшое тело брошено под углом 45° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Через какой промежуток времени его скорость будет составлять угол 30° с горизонтом?

990. Деревянный шарик массой 100 г падает с высоты 3 м. Отношение скорости шарика до удара к скорости шарика после удара равно двум. Найдите выделившееся при ударе количество теплоты.

991. Деревянный брусок перемещают горизонтально по доске, прикладывая силу 3 Н, направленную под углом 30° к горизонту (см. рис. 355). Двигаясь из состояния покоя, брусок проходит 50 см за 2 с. Определите коэффициент трения скольжения, если масса бруска равна 200 г.

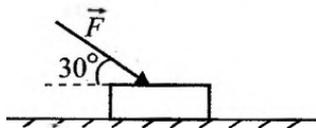


Рис. 355

992. Тело, брошенное со скоростью 10 м/с под углом 30° к горизонту, в верхней точке траектории разрывается на две одинаковые части. Одна

из них продолжает горизонтальное движение со скоростью вдвое большей, чем тело имело до разрыва. В какую сторону и с какой скоростью движется вторая половина тела?

993. При колебаниях математического маятника длиной 0,5 м косинус максимального угла отклонения маятника от вертикали равен 0,9. Какова скорость движения маятника в тот момент, когда косинус угла отклонения маятника от вертикали равен 0,949?

994. Из некоторой точки одновременно бросают два тела с одинаковой начальной скоростью 25 м/с: одно — вертикально вверх, другое — вертикально вниз. На каком расстоянии друг от друга будут эти тела через 2 с?

995. Из ствола безоткатного орудия, установленного на горизонтальной платформе, вылетает снаряд массой 20 кг со скоростью 200 м/с под углом 45° к горизонту. На какое расстояние откатится платформа с орудием, если их масса 2 т, а коэффициент сопротивления движению платформы равен 0,1?

996. Летящая пуля массой 10 г попадает в ящик с песком, висящий на закреплённой одним концом верёвке. Какая доля энергии пули перешла в кинетическую энергию ящика, если его масса 4 кг?

997. Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

998. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $4h$ (см. рис. 356). На правой вершине горки находится шайба. Масса горки в 8 раз больше массы шайбы. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причём шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость шайбы на левой вершине горки.

999. На рис. 357 представлена зависимость ускорения материальной точки от времени. Начальная скорость точки равна 0. В какой момент времени точка изменит направление движения?

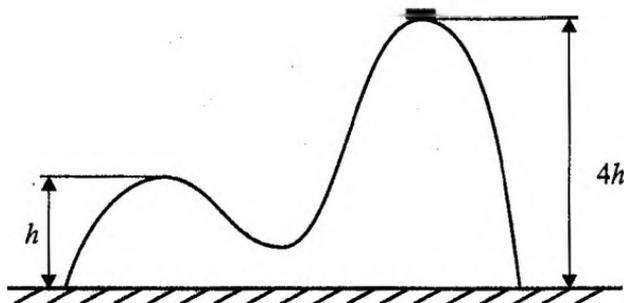


Рис. 356

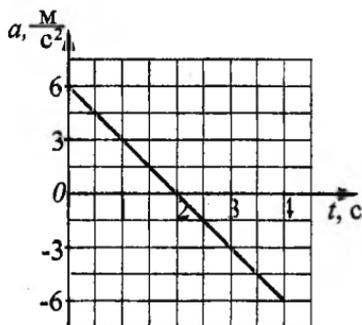


Рис. 357

1000. Катер массой 1 т плывёт под действием трёх сил: силы тяги двигателя 1,5 кН, силы ветра 1 кН и силы сопротивления 0,5 кН, причём сила тяги и сила ветра перпендикулярны друг другу. Каково ускорение катера?

1001. Конический маятник с длиной нити 80 см вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью 5 рад/с. Найдите угол (в градусах), который образует нить маятника с вертикалью.

1002. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На шероховатой поверхности на границе этих частей находится брусок 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 брусок до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром, если коэффициент трения бруска о поверхность 0,2.

1003. Какой вид имеет зависимость периода обращения спутника планеты, двигающегося по круговой орбите на высоте над поверхностью, много меньшей радиуса планеты, от средней плотности её вещества?

1004. Чему равно ускорение силы тяжести на поверхности некоторой планеты, радиус которой равен радиусу Земли, но средняя плотность в n раз больше средней плотности Земли?

1005. Математический маятник равномерно вращается в вертикальной плоскости вокруг точки подвеса. Какова масса маятника, если разность между максимальным и минимальным натяжением равна 10 Н ?

1006. Летящая пуля массой 10 г попадает в ящик с песком, висящем на закреплённой одним концом верёвке. Какая доля энергии пули перешла в тепло, если масса ящика 4 кг ?

1007. Тело массой $m = 100\text{ г}$ брошено под углом 30° к горизонту со стола высотой $h = 1\text{ м}$ (см. рис. 358). Начальная скорость тела $V_0 = 10\text{ м/с}$. На каком расстоянии S от стола упадёт тело?

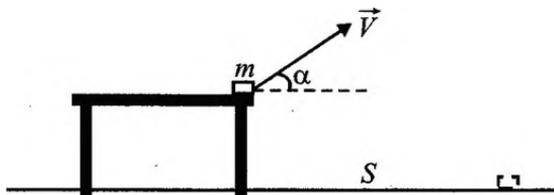


Рис. 358

1008. Тело брошено с высоты 20 м . Какой путь пройдёт тело за последнюю $0,1\text{ с}$ своего движения? Начальная скорость тела равна нулю.

8.2. Элементы содержания № 30.

Молекулярная физика (расчётная задача)

1009. В двух сосудах объёмами 10 л и 20 л находится аргон. Давление в обоих сосудах одинаковое, но в 1-м сосуде температура равна 300 К , а во 2-м — 450 К . Сосуды соединены между собой тонкой трубкой с краном. Какая температура установится в сосудах, если открыть кран? Объёмом трубки и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Считать давление аргона неизменным.

1010. В калориметр теплоёмкостью 76 Дж/К , содержащий воду при 20° С , впускают водяной пар массой 40 г при температуре 100° С . После теплообмена в калориметре установилась температура 60° С . Определите начальную массу воды в калориметре, если тепловые потери составили 20% .

1011. На графике (см. рис. 359) показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. Определите отношение работы газа на участках цикла 3–4 и 1–2.

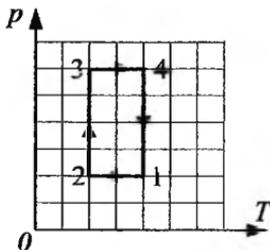


Рис. 359

1012. В комнате размерами $2,5 \times 4 \times 5$ м при $t_0 = 25^\circ\text{C}$ влажность воздуха составляет 85 %. Какова масса росы, которая может выпасть при уменьшении температуры до $t_1 = 10^\circ\text{C}$? (Давление насыщенного водяного пара при 25°C $p_{25^\circ\text{C}} = 3,17 \cdot 10^3$ Па, при 10°C $p_{10^\circ\text{C}} = 1,23 \cdot 10^3$ Па.)

1013. В двух частях сосуда, разделённых термоизолирующей перегородкой, находится 4 г гелия при температуре 27°C и 16 г гелия при температуре 227°C . Чему будет равна среднеквадратичная скорость атомов гелия, если убрать перегородку? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

1014. Определите приблизительные размеры молекулы NaCl , предполагая, что молекулы имеют шарообразную форму и расположены вплотную друг к другу. Плотность поваренной соли 2160 кг/м^3 .

1015. Одноатомный идеальный газ совершает процесс, график которого изображён на рис. 360. Найдите максимальное значение внутренней энергии газа в ходе данного процесса.

1016. 1 моль идеального газа совершает процесс, при котором его объём меняется пропорционально корню квадратному из температуры. Какую работу при этом совершает газ, если его температура повышается на 30 K ?

1017. Какая доля подводимой к одноатомному идеальному газу теплоты в изобарическом процессе расходуется на работу газа?

1018. В сосуде находится смесь азота и водорода. При температуре T , когда азот полностью диссоциировал на атомы, давление равно p (диссоциации водорода нет). При температуре $3T$, когда оба газа полностью диссоциировали, давление в сосуде $4p$. Каково отношение масс водорода и азота в смеси?

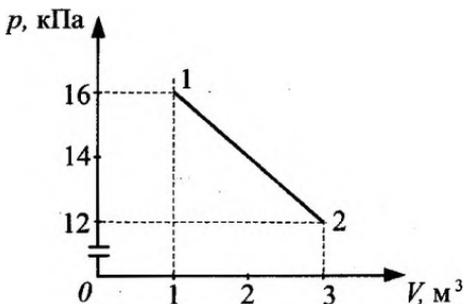


Рис. 360

1019. В бак, содержащий воду массой $m_1 = 10$ кг при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, брошен кусок железа массой $m_2 = 2$ кг, нагретый до температуры $t_2 = 500^\circ\text{C}$. При этом некоторое количество воды превратилось в пар. Конечная температура, установившаяся в баке, $t_3 = 24^\circ\text{C}$. Какова масса образовавшегося пара?

1020. На pV -диаграмме изображён замкнутый цикл 123, проведённый с 1 молем идеального газа. В процессе 2–3 температура газа уменьшается в 2 раза. Процессы 3–1 и 1–2 — изотермический и изобарный соответственно (рис. 361). Найдите отношение работ A_{12}/A_{23} .

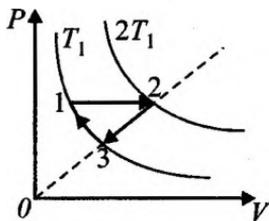


Рис. 361

1021. Тепловая машина работает по циклу Карно, и рабочим веществом является идеальный газ. Каково отношение температур нагревателя и холодильника, если за один цикл машина производит работу 12 кДж и на изотермическое сжатие затрачивается работа 6 кДж?

1022. Найдите КПД цикла, изображённого на рис. 362, для идеального одноатомного газа.

1023. Автомобиль затрачивает 8 л бензина на 100 км. Температура газа в цилиндре двигателя 900°C , а отработанного газа 100°C . Какова развиваемая мощность двигателя, если автомобиль едет со скоростью

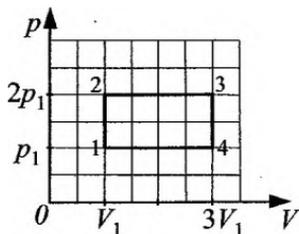


Рис. 362

60 км/ч? Плотность бензина 700 кг/м^3 , удельная теплота сгорания бензина 44 МДж/кг .

1024. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5 \text{ Па}$. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247 \text{ Дж}$?

1025. В сосуде объёмом $V = 0,02 \text{ м}^3$ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью s , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н . Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж . Определите значение s , полагая газ идеальным.

1026. 1 моль идеального одноатомного газа совершает процесс, в котором давление растёт пропорционально объёму $p = 0,1V$ (МПа). Какое количество теплоты получает газ, если он расширяется от объёма 2 м^3 до объёма 5 м^3 ?

1027. Определите, какой будет температура в комнатах, объём которых 44 м^3 и 33 м^3 , если между ними открывается дверь. Первоначальное давление в комнатах 100 кПа и 90 кПа , а температура 27°С и 20°С соответственно.

1028. Два моля одноатомного газа, находящегося в цилиндре при температуре $T_1 = 200 \text{ К}$ и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяются и одновременно охлаждаются так, что его давление (p) в этом процессе обратно пропорционально объёму в кубе (V^3). Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 939,5 \text{ Дж}$, а его давление стало равным $0,25 \cdot 10^5 \text{ Па}$?

1029. Два моля одноатомного газа, находящегося в цилиндре при температуре 400 К и давлении $4 \cdot 10^5$ Па, расширяются и одновременно охлаждаются так, что его давление в этом процессе обратно пропорционально объёму в кубе (V^3). Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал количество теплоты 1979 Дж, а его давление стало равным $0,5 \cdot 10^5$ Па?

1030. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно так, что начальная и конечная температуры одинаковы. Работа газа за весь процесс равна 10 кДж. Какую работу совершил газ при адиабатическом расширении?

1031. На диаграмме p — V (см. рис. 363) изображён цикл 1231, проведённый с 1 молем идеального газа. В процессе 1—2 объём увеличился в 2 раза. Процессы 2—3 и 3—1 — изохорный и изобарный соответственно. Найдите отношение работ A_{12}/A_{31} .

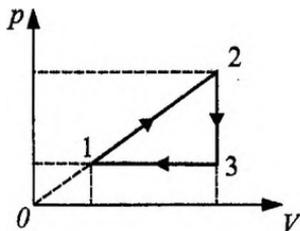


Рис. 363

1032. В закрытом сосуде ёмкостью 2 м^3 находится 2,7 кг воды и 3,2 кг кислорода. Найдите давление в сосуде при температуре 527°C , зная, что в этих условиях вся вода превращается в пар.

1033. В двух теплоизолированных баллонах объёмами 3 л и 5 л, соединённых трубкой с краном, находится гелий. В первом баллоне его температура равна 27°C , а во втором баллоне — 127°C . Давление газа в обоих баллонах одинаково. Какая температура установится в баллонах, если открыть кран?

8.3. Элементы содержания № 31.

Электродинамика (расчётная задача)

1034. Электроны, ускоренные разностью потенциалов U , влетают в электрическое поле отклоняющих пластин параллельно им, а затем попадают на экран, расположенный на расстоянии L от конца пластин. На ка-

кое расстояние h сместится электронный луч на экране, если на пластины, имеющие длину l и расположенные на расстоянии d одна от другой, подать напряжение U_n ?

1035. Чему равна разность потенциалов точек A и B , если в изображённой на рис. 364 цепи $\mathcal{E} = 12$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $C_1 = 20$ пФ, $C_2 = 5$ пФ?

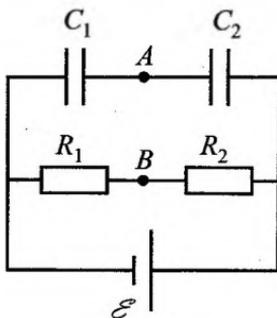


Рис. 364

1036. Две капли ртути заряжены до потенциала 10 В. Каким станет потенциал капли ртути после слияния двух капель в одну?

1037. При нагревании медного проводника его сопротивление увеличилось на 0,34 Ом. Каково увеличение внутренней энергии проводника, если площадь его поперечного сечения 1 мм^2 ? Плотность меди 8900 кг/м^3 , удельное сопротивление меди при 20°C равно $1,7 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, удель-

ная теплоёмкость $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, а температурный коэффициент сопротивления $0,0043 \text{ К}^{-1}$.

1038. Между пластинами плоского конденсатора площадью 15 см^2 , удалёнными на расстояние 2 мм друг от друга, находится слой парафина толщиной 0,7 мм. Какова ёмкость конденсатора? Диэлектрическая проницаемость парафина равна 7.

1039. На стакан с водой положили стеклянную пластинку. При каком угле падения на пластинку луч будет полностью отражаться от границы «стекло — вода», если показатель преломления стекла равен 1,45?

1040. В вершинах квадрата находятся одинаковые положительные заряды $q = 10^{-6}$ Кл каждый. Какой отрицательный заряд надо поместить в центре квадрата, чтобы система находилась в равновесии?

1041. Из изолированного провода, имеющего форму окружности, путём поворота верхней и нижней его частей друг относительно друга сделана фигура в виде восьмёрки, окружности которой имеют радиусы R_1 и R_2 ($R_1 > R_2$). Контур помещён в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} , перпендикулярной плоскости контура. Поле меняется во времени $B = B_0 - kt$. Чему равна разность потенциалов между точками провода, лежащими на его пересечении?

1042. Вдоль контура (см. рис. 365) от его вершины движется перемычка со скоростью v . Контур находится в перпендикулярном магнитном поле с индукцией B . Сопротивление единицы длины провода контура и перемычки r . Найдите силу тока, текущего по контуру.

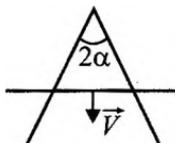


Рис. 365

1043. Какой заряд пройдёт в электрической схеме (см. рис. 366) через ключ после его замыкания?

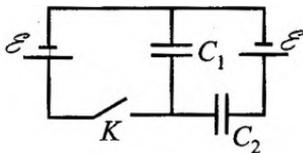


Рис. 366

1044. В середину пространства между обкладками конденсатора вставлена тонкая прослойка стекла толщиной $d_1 = 2$ см и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$. Расстояние между обкладками конденсатора $d = 10$ см, напряжение между ними $U_1 = 290$ В. Найдите, какое напряжение установится между обкладками, если стекло извлечь.

1045. Электрон влетает в пространство между обкладками плоского конденсатора в середине зазора в направлении, параллельном обкладкам. Скорость электрона $2 \cdot 10^7$ м/с, длина конденсатора 5 см, расстояние между его обкладками 6 мм. При какой минимальной разности потенциалов между обкладками электрон не вылетит из конденсатора?

1046. Определите, на сколько градусов за 20 с изменилась температура однородного цилиндрического алюминиевого проводника длиной 10 м, если к нему приложили разность потенциалов 3 В. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла на его концах пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.)

1047. Найдите изменение температуры однородного алюминиевого цилиндрического проводника сечением $4 \cdot 10^{-6}$ м² за 10 с, если по нему пропустили ток 20 А. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла на его концах пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.)

1048. Пять одинаковых конденсаторов соединены последовательно. К одному из них параллельно подключён ещё один конденсатор вдвое меньшей ёмкостью, напряжение на котором $U = 500$ В. Найдите напряжение на всей батарее конденсаторов.

1049. Пластины плоского конденсатора присоединены к источнику постоянного напряжения $U = 300$ В. Пластины сближаются со скоростью $v = 1$ мм/с. Какова сила тока, текущего по проводам в тот момент, когда пластины находятся на расстоянии $d = 2$ мм друг на друга? Площадь пластин $S = 400$ см².

1050. При параллельном соединении двух одинаковых источников тока на внешнем сопротивлении выделяется мощность 100 Вт. При последовательном соединении этих же источников тока на внешнем сопротивлении выделяется мощность 196 Вт. Какая мощность будет выделяться на внешнем сопротивлении при подключении к нему одного источника тока?

1051. При подключении к источнику тока внешнего сопротивления на сопротивлении выделяется мощность $N_1 = 100$ Вт. Если же к концам этого сопротивления подключить ещё один такой же источник тока, то мощность будет равна $N_2 = 144$ Вт. Какая мощность N_3 будет выделяться на внешнем сопротивлении, если подключить к его концам третий такой же источник тока?

1052. В схеме, показанной на рис. 367, ключ K долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту $t > 0$ на резисторе $R = 100$ кОм выделялось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент $I = 0,1$ мА. Чему равна ёмкость C конденсатора? ЭДС батареи $\mathcal{E} = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.

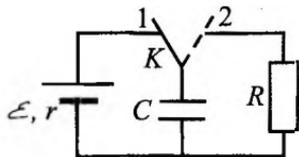


Рис. 367

1053. Два плоских конденсатора ёмкостью C и $2C$ соединили параллельно и зарядили до напряжения U_0 . Затем ключ K разомкнули и отключили конденсаторы от источника тока (см. рис. 368). Пространство между обкладками конденсаторов заполнено жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . Какой будет разность потенциалов между обкладками, если из левого конденсатора диэлектрик вытечет?

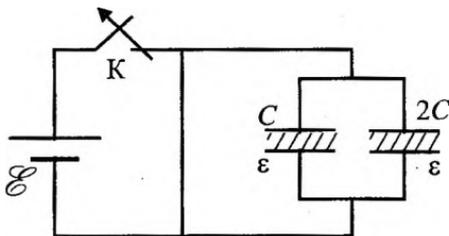


Рис. 368

1054. Рамка площадью 400 см^2 вращается в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл . При периоде вращения рамки $2,5 \text{ мс}$ вольтметр, подключённый к концам рамки, показывает напряжение 80 В . Сколько витков проволоки намотано на рамку? (Вольтметр показывает действующее значение ЭДС.)

1055. В электрической схеме, изображённой на рис. 369, напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора уменьшилась в $1,2$ раза после замыкания ключа. Определите сопротивление лампы, если внутреннее сопротивление источника тока равно 2 Ом .

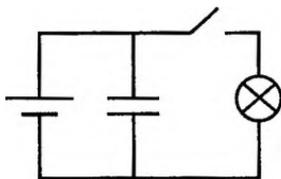


Рис. 369

1056. Колебательный контур настроен на частоту 20 МГц. В процессе колебаний максимальная сила тока на катушке достигает 12 мА, а амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна 6,28 мВ. Определите индуктивность катушки, включённой в колебательный контур.

1057. Электрон влетает в пространство между обкладками плоского горизонтально расположенного конденсатора параллельно его пластинам со скоростью 30 Мм/с. Напряжённость поля внутри конденсатора равна 3,5 кВ/м. На какое расстояние сместится электрон по вертикали при вылете из конденсатора, если длина его обкладок равна 10 см?

1058. На рис. 370 показана вольт-амперная характеристика туннельного диода. При последовательном соединении трёх таких диодов в батарею напряжение на каждом диоде оказалось равным 0,5 В. Какова ЭДС батареи, если её внутреннее сопротивление равно 30 Ом?

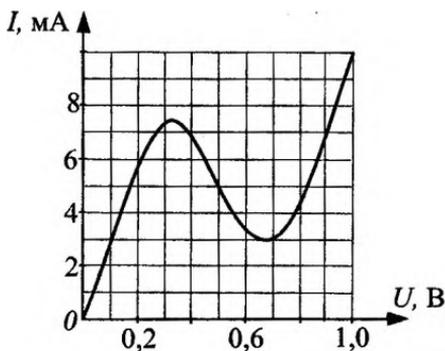


Рис. 370

1059. На рис. 371 показана вольт-амперная характеристика лампы накаливания. При последовательном соединении двух таких ламп и батареи сила тока в цепи оказалась равной 0,4 А. Какая суммарная мощность потребляется этими лампами?

1060. Виток с силой тока, равной 2 А, помещается во внешнее однородное магнитное поле, индукция которого равна 0,02 Тл, так, что плоскость контура перпендикулярна к направлению магнитного поля. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть контур на 90° , если радиус витка равен 3 см?

1061. Прямолинейный проводящий стержень AC (см. рис. 372) длиной $L = 40$ см подвешен горизонтально на двух одинаковых пружинах в однородном магнитном поле $B = 0,5$ Тл. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рисунка и направлен от нас. С помощью лёгких

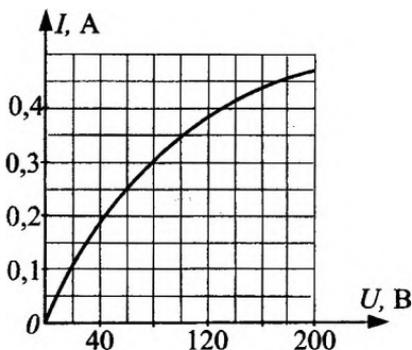


Рис. 371

проводов, параллельных вектору магнитной индукции, по стержню пропустили электрический ток силой 2 А, при этом деформация каждой пружины уменьшилась и стала равной 10 см. Чему равна масса стержня, если жёсткость каждой пружины равна 10 Н/м?

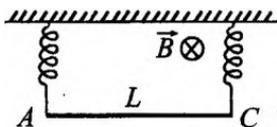


Рис. 372

1062. В цепи, изображённой на рис. 373, ЭДС батареи равна 100 В, сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 6$ Ом, а ёмкости конденсаторов $C_1 = 100$ мкФ и $C_2 = 60$ мкФ. В начальном состоянии ключ K разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какую работу совершат сторонние силы к моменту установления равновесия?

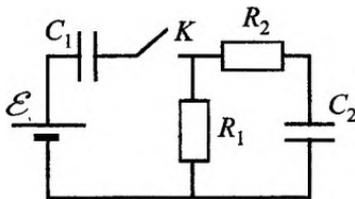


Рис. 373

1063. В схеме, показанной на рис. 374, ключ K долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту

$t > 0$ на резисторе R выделилось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент $I = 0,1$ мА. Чему равно сопротивление резистора R ? ЭДС батареи $E = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 0,4$ мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.

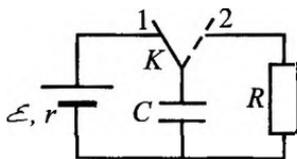


Рис. 374

1064. Предмет в виде отрезка длиной 6 см расположен вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. Середина отрезка расположена на расстоянии 15 см от линзы. Определите предельное увеличение линзы.

1065. Электрон, имеющий кинетическую энергию 200 МэВ, влетает в магнитное поле индукцией 16 мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите минимальное время, за которое электрон вернётся в исходную точку, если процесс происходит в вакууме.

8.4. Элементы содержания № 32.

Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача)

1066. При какой скорости импульс электрона совпадает по модулю с импульсом фотона, длина волны которого 0,1 нм?

1067. Найдите длину волны де Бройля для электрона, кинетическая энергия которого равна 1 МэВ.

1068. Параллельный монохроматический пучок света длиной волны 400 нм падает перпендикулярно идеально отражающей поверхности, производя давление 15 мкПа. Какова концентрация фотонов в пучке?

1069. Чему равно максимальное давление светового луча на зеркальную поверхность, если световая энергия, падающая на 1 м^2 за 1 с, равна 1500 Дж?

1070. Глаз человека воспринимает свет длиной волны 500 нм в том случае, если световые лучи, попадающие в глаз, имеют мощность не менее

$2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Какое количество квантов света попадает на сетчатку глаза в течение 1 мин?

1071. Источник света излучает в одну секунду $n = 4 \cdot 10^{18}$ фотонов со средней частотой излучения $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц. Какова потребляемая источником электрическая мощность, если КПД источника равен 0,8?

1072. Лазер испускает световой импульс с энергией $W = 3$ Дж и длительностью $\tau = 10$ нс. Свет от лазера падает перпендикулярно на плоское зеркало площадью $S = 10$ см². Какое среднее давление окажет свет на зеркало?

1073. Лазер излучил короткий световой импульс с энергией $W = 10$ Дж и длительностью $\tau = 0,13$ мкс. Найдите среднее давление такого импульса, если его сфокусировать в пятно диаметром $d = 10$ мкм на поверхность, перпендикулярную к пучку, с коэффициентом отражения $\rho = 0,5$.

1074. Каков потенциал, до которого может зарядиться металлическая пластина, работа выхода из которой 1,6 эВ, при длительном освещении потоком фотонов с энергией $6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж?

1075. 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?

1076. Фотоэффект наблюдается при облучении металла светом с длиной волны 400 нм. Найдите величину задерживающего напряжения, которое нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза. Работа выхода металла равна 1,3 эВ.

1077. На катод сначала действовали 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.

1078. Медный шарик радиусом $R = 1$ см облучают светом частотой $\nu = 1,5 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова максимально возможная напряжённость поля шарика? Работа выхода $A_{\text{вых}} = 4,47$ эВ.

1079. Фотоэффект происходит при облучении натрия фотонами с энергией 3,5 эВ. Рассчитайте максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете фотоэлектрона. Работа выхода для натрия равна 2,3 эВ.

1080. При каком напряжении между анодом и катодом прекратится фотоэффект, если цинковый катод освещается светом с длиной волны 254 нм? Работа выхода из цинка 4,31 эВ.

1081. Излучение аргонового лазера с длиной волны 500 нм сфокусировано на плоском фотокатоде в пятно диаметром 0,1 мм. Работа выхода фотокатода равна 2 эВ. На анод, расположенный на расстоянии 30 мм от фотокатода, подано ускоряющее напряжение 4 кВ. Найдите диаметр пятна фотоэлектронов на аноде.

1082. В однородном электрическом поле напряжённостью 100 В/м находится металлическая пластина, которая освещается светом с длиной волны 400 нм. Определите, на какое максимальное расстояние от пластины могут удалиться электроны, если поле оказывает на них тормозящее действие. Красная граница фотоэффекта 500 нм.

1083. Фотокатод, покрытый кальцием с работой выхода $4,2 \cdot 10^{19}$ Дж, освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности, по которой движутся электроны?

1084. Пластина плоского конденсатора облучается светом частотой $6 \cdot 10^{15}$ Гц. Ежесекундно из пластины вырывается 10^{10} электронов, достигающих второй пластины. Через какой промежуток времени фототок прекратится, если площадь обкладок 10 см², расстояние между ними 5 мм, а работа выхода равна 2 эВ?

1085. Максимальное расстояние, на которое от цинкового шарика радиусом R удалятся электроны, полученные при облучении этого шара светом с длиной волны λ , равно r . Каков заряд шарика, если работа выхода электрона равна A ?

1086. Каков квантовый выход — отношение Q числа электронов, испускаемых за 1 с, к числу фотонов, падающих на фотокатод за то же время? Мощность излучения с длиной волны λ , падающего на фотокатод, равна P , сила фототока насыщения равна I .

1087. Металлическая пластинка облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости \vec{E} направлен к пластине перпендикулярно её поверхности.

Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 2 см от пластины?

1088. В боровской теории атома водорода частота излучения при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую описывается соотношением

$$\nu = \frac{k^2 m e^4 2\pi^2}{h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right).$$

Здесь k — коэффициент пропорциональности в законе Кулона, m — масса электрона, e — его заряд, h — постоянная Планка, n и n' — номера стационарных орбит. Какая минимальная длина волны наблюдается при излучении серии Бальмера?

1089. В соответствии с теорией Бора произведение импульса электрона на радиус стационарной орбиты (момент импульса) квантуется

$$mvr = \frac{h}{2\pi} n, \text{ где } n = 1, 2, 3, \dots$$

Найдите энергию электрона в атоме водорода на первой стационарной орбите.

1090. Энергия электрона, находящегося на n -й орбите ($n = 1, 2, 3, \dots$) в атоме водорода, задаётся формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ. Какую частоту должен иметь фотон, чтобы он мог ионизировать атом водорода, находящийся на третьей боровской орбите?

1091. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ, где } n = 1, 2, 3, \dots$$

При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равна максимально возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

1092. Электрон, имеющий импульс $p = 1,5 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией E_n ($n = 3$). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите длину волны λ этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ, где } n = 1, 2, 3, \dots$$

1093. Период полураспада радиоактивного фосфора ${}_{15}^{32}\text{P}$ равен 14,3 суток. Какая часть изотопов распадется за 8 суток?

1094. Сколько ядер, содержащихся в 10 мг трития ${}_{1}^3\text{H}$, распадется за среднее время жизни этого изотопа?

1095. Сколько энергии в джоулях выделится при превращении 2 г лития в ядерной реакции ${}_{3}^6\text{Li} + {}_{1}^1\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{2}^3\text{He}$? ($m({}_{3}^6\text{Li}) = 6,01513$ а. е. м., $m({}_{1}^1\text{H}) = 1,00728$ а. е. м., $m({}_{2}^4\text{He}) = 4,0026$ а. е. м., $m({}_{2}^3\text{He}) = 3,01602$ а. е. м.)

Отвѣты

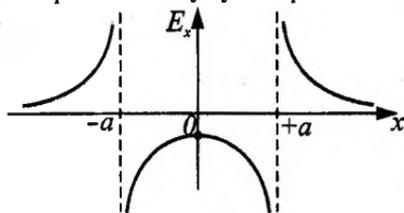
1. 3. 2. 1. 3. 1. 4. 3. 5. 1. 6. 2. 7. 60,0,5. 8. 0. 9. 2. 10. -1. 11. 2, 3. 12. 0, 10. 13. 10, 20. 14. 12, 15. 15. 2. 16. 3,75. 17. 30. 18. 75. 19. 0,8. 20. 25. 21. 144. 22. 175. 23. 3. 24. 1. 25. -2. 26. 8. 27. 4. 28. 20. 29. 8. 30. 45. 31. 30. 32. 4. 33. 16. 34. 5. 35. 40. 36. 4. 37. 2. 38. 4. 39. 4. 40. 4. 41. 3. 42. 5. 43. 1,3. 44. 62,8. 45. 2. 46. 3. 47. Север. 48. 1. 49. 2. 50. 3. 51. 2,4. 52. 5. 53. 120. 54. 1. 55. 1. 56. 5. 57. 1. 58. 6. 59. 2. 60. 62,5. 61. 7,5. 62. 8. 63. 1. 64. 1. 65. 2. 66. 0,43. 67. 1. 68. 1. 69. 1. 70. 10. 71. 320. 72. 4. 73. 2. 74. 1. 75. 1. 76. 15. 77. 350. 78. 2. 79. 0. 80. 4. 81. 5. 82. 2. 83. 1000. 84. 800. 85. 3. 86. 1,1. 87. 4. 88. 150. 89. 2,5. 90. 1,5. 91. 1,5. 92. 18. 93. 5. 94. 120. 95. 0. 96. 15. 97. 7500. 98. 1,5. 99. 0,4. 100. 45. 101. 20. 102. 0,6. 103. 15. 104. 120. 105. 2,5. 106. 1. 107. 250. 108. 10. 109. 0,5. 110. 3. 111. 0,5. 112. 2. 113. 3. 114. 30. 115. 175. 116. 300. 117. 2. 118. 40. 119. 10. 120. 20. 121. 32,4. 122. -21. 123. 30. 124. 2000. 125. 1,2. 126. 2. 127. 350. 128. 1,5. 129. 20. 130. 20. 131. 25. 132. 3. 133. 10. 134. 2. 135. 50. 136. 200. 137. 50. 138. 10. 139. 0,4. 140. 1. 141. 375. 142. 100. 143. 67. 144. 2. 145. 5. 146. 600. 147. 100. 148. 1,5. 149. 24. 150. 240. 151. 0,6. 152. 30. 153. 2,4. 154. 900. 155. 0,8. 156. 1,5. 157. 5. 158. 0,2. 159. 4. 160. 1,25. 161. 20. 162. 3. 163. 0,32. 164. 1,5. 165. 0,4. 166. 0,5. 167. 0,8. 168. 2. 169. 4. 170. 4. 171. 4. 172. 2. 173. 40. 174. 4,5. 175. 0,5. 176. 264. 177. 0,5. 178. 100. 179. 1,5. 180. 5. 181. 990. 182. 13. 183. 15. 184. 14. 185. 45. 186. 15. 187. 15. 188. 14. 189. 14. 190. 35. 191. 23. 192. 24. 193. 14. 194. 35. 195. 25. 196. 35. 197. 14. 198. 45. 199. 34. 200. 14. 201. 13. 202. 24. 203. 23. 204. 25. 205. 15. 206. 24. 207. 14. 208. 35. 209. 14. 210. 24. 211. 24. 212. 15. 213. 11. 214. 21. 215. 33. 216. 13. 217. 21. 218. 11. 219. 21. 220. 22. 221. 33. 222. 32. 223. 31. 224. 22. 225. 21. 226. 13. 227. 11. 228. 11. 229. 23. 230. 13. 231. 11. 232. 23. 233. 33. 234. 11. 235. 32. 236. 22. 237. 33. 238. 32. 239. 12. 240. 13. 241. 31. 242. 23. 243. 23. 244. 21. 245. 21. 246. 24. 247. 34. 248. 23. 249. 41. 250. 23. 251. 13. 252. 12. 253. 31. 254. 32. 255. 32. 256. 23. 257. 32. 258. 24. 259. 31. 260. 23. 261. 13. 262. 42. 263. 14. 264. 32. 265. 24. 266. 23. 267. 32. 268. 11. 269. 21. 270. 35. 271. 43. 272. 41. 273. 4. 274. 4. 275. 2. 276. Азот. 277. 1,6. 278. 2. 279. 5. 280. 200. 281. 0,3. 282. 2,5. 283. 780. 284. 1,5. 285. Ни один из участков. 286. 2-3. 287. 6. 288. А. 289. 1. 290. С. 291. 0,5. 292. -173. 293. 99,72. 294. 8. 295. 627. 296. 0,93. 297. 6. 298. 4. 299. 0,14. 300. -800. 301. 60. 302. -500. 303. 7. 304. 249. 305. 1,44. 306. 2490. 307. 0,9.

308. 700. 309. 750. 310. 249. 311. 30. 312. 300. 313. 1,43. 314. 24.
315. 0. 316. 40. 317. 57. 318. 50. 319. 2. 320. 45. 321. 40. 322. 45.
323. 60. 324. 1,6. 325. 61. 326. 10. 327. 2,5. 328. 80. 329. 20. 330. 100.
331. 800. 332. 26. 333. 2333. 334. 50. 335. 17,25. 336. 80. 337. 1050.
338. 16. 339. 4. 340. 5040. 341. 15. 342. 12. 343. 35. 344. 12. 345. 34.
346. 23. 347. 25. 348. 25. 349. 35. 350. 25. 351. 45. 352. 43. 353. 23.
354. 15. 355. 15. 356. 14. 357. 23. 358. 12. 359. 15. 360. 24. 361. 25.
362. 14. 363. 34. 364. 12. 365. 24. 366. 12. 367. 12. 368. 35. 369. 24.
370. 35. 371. 23. 372. 15. 373. 12. 374. 12. 375. 13. 376. 31. 377. 32.
378. 21. 379. 11. 380. 11. 381. 11. 382. 21. 383. 13. 384. 31. 385. 13.
386. 31. 387. 22. 388. 21. 389. 21. 390. 33. 391. 11. 392. 12. 393. 13.
394. 21. 395. 33. 396. 11. 397. 13. 398. 21. 399. 11. 400. 11. 401. 22.
402. 22. 403. 23. 404. 11. 405. 11. 406. 31. 407. 24. 408. 32. 409. 32.
410. 21. 411. 24. 412. 23. 413. 14. 414. 24. 415. 23. 416. 14. 417. 24.
418. 32. 419. 31. 420. 24. 421. 13. 422. 23. 423. 24. 424. 14. 425. 13.
426. 24. 427. 42. 428. Вправо. 429. Вправо. 430. Вниз. 431. Влево.
432. Вниз. 433. Вниз. 434. Вверх. 435. Вверх. 436. К наблюдателю.
437. Вверх. 438. Вниз. 439. Вверх. 440. Влево. 441. Вниз. 442. Вверх.
443. От наблюдателя. 444. Вниз. 445. Южный. 446. От наблюдателя.
447. Вправо. 448. От наблюдателя. 449. От наблюдателя. 450. К наблю-
дателю. 451. Вниз. 452. К наблюдателю. 453. К наблюдателю. 454. К
наблюдателю. 455. Вверх. 456. Влево. 457. Вниз. 458. Вниз. 459. —3,2.
460. $5 \cdot 10^5$. 461. 10. 462. 3. 463. 0,1. 464. 10. 465. 5,7. 466. 2,25. 467. 0.
468. 18. 469. 8. 470. 3. 471. 7. 472. 2. 473. 2. 474. 3. 475. 4. 476. 6.
477. 16. 478. 2,6. 479. 5,5. 480. 0. 481. 0,2. 482. 9. 483. 12. 484. 3,5.
485. 13,3. 486. 0,125. 487. 200. 488. 1,5. 489. 2,5. 490. 10. 491. 12.
492. 3. 493. 7,2. 494. 2. 495. 0,5. 496. 0,5. 497. 21,6. 498. 10. 499. 242.
500. 1000. 501. 4. 502. 20. 503. 0,0075. 504. 67,5. 505. 0,55. 506. 0,01.
507. 0,05. 508. 4. 509. 0,1. 510. 0,6. 511. 1. 512. 30. 513. 250. 514. 2.
515. 8. 516. 2. 517. 0,7. 518. 2. 519. 0,4. 520. 2. 521. 0,33. 522. 22,5.
523. 34. 524. 45. 525. 3. 526. 2. 527. 40. 528. 60. 529. 30. 530. 80. 531. 40.
532. 1. 533. 0,5. 534. 4. 535. —5. 536. 4. 537. 1. 538. 3. 539. 1. 540. 13.
541. 34. 542. 34. 543. 24. 544. 25. 545. 24. 546. 34. 547. 14. 548. 23.
549. 34. 550. 23. 551. 35. 552. 25. 553. 24. 554. 12. 555. 15. 556. 15.
557. 13. 558. 35. 559. 24. 560. 13. 561. 14. 562. 35. 563. 23. 564. 13.
565. 23. 566. 15. 567. 34. 568. 23. 569. 13. 570. 25. 571. 15. 572. 45.
573. 13. 574. 11. 575. 12. 576. 12. 577. 13. 578. 12. 579. 11. 580. 22.
581. 22. 582. 12. 583. 22. 584. 33. 585. 31. 586. 32. 587. 12. 588. 21.
589. 31. 590. 23. 591. 11. 592. 21. 593. 11. 594. 32. 595. 22. 596. 11.

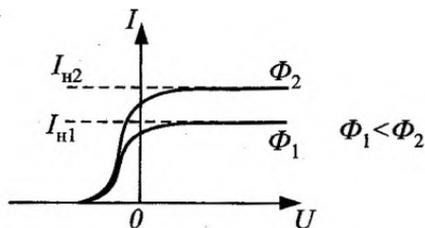
597. 13. 598. 13. 599. 11. 600. 13. 601. 22. 602. 21. 603. 11. 604. 13.
 605. 21. 606. 32. 607. 11. 608. 14. 609. 32. 610. 12. 611. 13. 612. 41.
 613. 31. 614. 42. 615. 14. 616. 12. 617. 13. 618. 13. 619. 14. 620. 13.
 621. 13. 622. 21. 623. 13. 624. 23. 625. 42. 626. 31. 627. 14. 628. 12.
 629. 32. 630. 14. 631. 13. 632. 32. 633. 34. 634. 23. 635. 13. 636. 23.
 637. 13. 638. 23. 639. 43. 640. 148. 641. 7. 642. 6. 643. 13. 644. 23.
 645. 1. 646. 4. 647. 4. 648. 2. 649. 2. 650. 1. 651. 3. 652. 3. 653. 2.
 654. 1. 655. 3. 656. 4. 657. 5928. 658. 23. 659. 1430. 660. Нейтрон.
 661. 1112. 662. 1314. 663. 88138. 664. 3689. 665. 24. 666. 020. 667. 01.
 668. 01. 669. 815. 670. 612. 671. 098. 672. 89. 673. 01. 674. 42. 675. 105.
 676. 01. 677. 10. 678. 1327. 679. 3,4. 680. 1. 681. 2. 682. 1,9. 683. 4.
 684. 16. 685. 0,29. 686. 52,5. 687. 328. 688. 45. 689. 330. 690. 1. 691. 45.
 692. 11,5. 693. 53,2. 694. 1. 695. 1,98. 696. 4,23. 697. 1. 698. 3,3. 699. 9.
 700. 2. 701. 2,1. 702. 2,78. 703. 1,87. 704. 2,1. 705. 2,475. 706. 1,5. 707. 2.
 708. 0,5. 709. 2. 710. 1. 711. 2,5. 712. 2,5. 713. 1,35. 714. 39,6. 715. 0,01.
 716. 41. 717. 12. 718. 21. 719. 21. 720. 12. 721. 23. 722. 22. 723. 21.
 724. 54. 725. 23. 726. 24. 727. 31. 728. 33. 729. 22. 730. 13. 731. 12.
 732. 33. 733. 13. 734. 13. 735. 32. 736. 13. 737. 31. 738. 33. 739. 23.
 740. 31. 741. 12. 742. 22. 743. 31. 744. 32. 745. 43. 746. 24. 747. 2,60,1.
 748. 1,400,05. 749. 1,800,05. 750. 4,60,1. 751. 99,800,05. 752. 4005.
 753. 1501. 754. 125,02,5. 755. 2005. 756. 1,80,1. 757. 761. 758. 1,40,1.
 759. Алюминий. 760. 14,00,5. 761. 0,5000,025. 762. 0,5000,025. 763. 22,00,5.
 764. 55,02,5. 765. 8010. 766. 4,60,1. 767. 17,00,5. 768. 23,000,25. 769. 26,00,5.
 770. 1,800,05. 771. 255. 772. 705. 773. 1205. 774. 4,80,1. 775. 17,30,6.
 776. 38,20,1. 777. 341. 778. 34. 779. 34. 780. 35. 781. 14. 782. 25.
 783. 12. 784. Вторую. 785. Первую. 786. 13. 787. 24. 788. 13. 789. 13.
 790. 13. 791. 13. 792. 13. 793. 45. 794. 35. 795. 45. 796. 34. 797. 13.
 798. 24. 799. 23. 800. 25. 801. 14. 802. 15. 803. 13. 804. 23. 805. 45.
 806. 35. 807. 14. 808. 14. 809. 23. 810. 14. 811. 25. 812. 35. 813. 25.
 814. 13. 815. 24. 816. 14. 817. 24. 818. 24. 819. 23. 820. 23. 821. 24.
 822. 14. 823. 12. 824. 34. 825. 24. 826. 24. 827. 25. 828. 34. 829. 23.
 830. 1,5. 831. 1200. 832. 80. 833. 17. 834. 240. 835. 96. 836. 11,2. 837. 30.
 838. 19,6. 839. 240. 840. 36. 841. 45. 842. 2,1. 843. 6. 844. 750. 845. 45.
 846. 12,7. 847. 6,6. 848. 12. 849. 0,01. 850. 0,5. 851. 1,4. 852. 72. 853. 5
 с. 854. 0,0225. 855. 18. 856. 0,5. 857. -10. 858. 100. 859. 111. 860. 16,5.
 861. 1,25. 862. 241. 863. 8,4. 864. 880. 865. 20. 866. 1,89. 867. 5. 868. 98.
 869. 61. 870. 34. 871. 5. 872. 17. 873. 1,48. 874. 200. 875. 2. 876. 4.
 877. 30. 878. 58. 879. 301. 880. 0. 881. 12,5. 882. 0,47. 883. 125. 884. 15.
 885. 59. 886. 64. 887. 175. 888. 1,5. 889. 125. 890. 2,9. 891. 20. 892. 10.

893. 20. 894. 100. 895. 4. 896. 50. 897. 3. 898. 1,4. 899. 1,6. 900. 5. 901. 6. 902. 2. 903. 0,67. 904. Уменьшатся. 905. 30. 906. 9. 907. 56,2. 908. 2. 909. 5. 910. 0. 911. 30. 912. 70. 913. 311. 914. 6. 915. 4,7. 916. 6. 917. 7. 918. 0,66. 919. 2,87. 920. 4,5. 921. 3,5. 922. 16. 923. 1,2. 924. 90. 925. 3. 926. 1,6. 927. 4. 928. 0,28. 929. 0,83. 930. 6. 931. 5. 932. 1. 933. 3. 934. 2,5. 935. 8,6. 936. 0,21. 937. 3,9. 938. 275. 939. 10,2. 940. 118. 941. 725. 942. 0,11. 943. 0,2. 944. 593. 945. 82. 946. $2 \cdot 10^{-19}$. 947. 1245. 948. 9. 949. 161,3. 950. 0,493. 951. В первом сосуде меньшее количество вещества. 952. Чем меньше радиус шарика, тем больше силы упругости, действующие на его поверхность и направленные к центру. Поэтому и давление внутри маленького шарика больше. 953. При такой малой относительной влажности воздуха в нём содержится малое количество водяного пара. При понижении температуры воздуха тепла, отданного водяным паром в процессе охлаждения и дальнейшей конденсации в воду (после достижения точки росы), недостаточно, чтобы согреть почву. Для снижения вероятности заморозков на почве желательнее насытить почву влагой. 954. Газ отдаёт тепло. 955. Повысится. 956. В итоге сухой воздух имеет большую массу. 957. При подъёме на высоту атмосферное давление уменьшается. Газированная вода содержит пузырьки газа, которые с уменьшением давления начнут расширяться. Это вызывает неприятные ощущения у человека (вздутие живота). 958. 1. Испарение воды листьями растений требует затрат энергии и охлаждает их. 2. Часть энергии Солнца используется растениями для фотосинтеза, поэтому количество энергии, превращающееся в тепло, уменьшается. 959. Уровень воды в трубке будет на одном уровне с уровнем воды в широком сосуде, т. к. давление насыщенного пара при кипении равно атмосферному. 960. Разогрев алюминиевого стержня. 961. У полупроводников при нагреве за счёт джоулева тепла сопротивление снижается, выделяемая мощность увеличивается. Нагревательный элемент перегорает. 962. Глубина погружения бруска не изменится. Глубина погружения не зависит от ускорения, с которым движется лифт. 963. Все продукты в своём составе содержат воду. При помещении продуктов в полиэтиленовые пакеты через некоторое время в пространстве пакета образуется насыщенный водяной пар благодаря испарению воды с продуктов. После этого наступает динамическое равновесие между процессами испарения и конденсации и влажность продуктов остаётся постоянной. 964. Геометрический смысл работы газа заключается в том, что на диаграмме (p, V) площадь под кривой есть работа, совершённая газом. Полная работа $A < 0$. 965. Сила тяжести, действующая на кнопку, больше архимедовой силы, поэтому кнопка тонет. При аккумулятном опус-

кании ее на поверхность воды плоской частью кнопка будет плавать, так как силу тяжести может скомпенсировать сила поверхностного натяжения молекул воды. Поэтому поверхность воды становится слегка искривлённой. **966.** Удельная теплоёмкость железа меньше, чем у дерева, поэтому железо быстрее нагревается от тепла руки, забирая при этом у неё тепло и вызывая ощущение прохлады. **967.** Ток через амперметр убывает, а напряжение, измеряемое вольтметром, растёт. **968.** Тихон, т. к. использовал конвекцию воды при нагревании. **969.** При кипении температура кипящей жидкости остаётся постоянной, а вся энергия, поступающая извне, переходит в парообразование. Пузыри водяного пара формируются на пылевых частицах и других примесях, присутствующих в жидкости. **970.** В сухом воздухе испарение происходит быстро, а при высокой влажности испарение влаги с поверхности человеческого тела уменьшается и оно охлаждается слабо. **971.** Сплит-системы чаще всего используют для охлаждения помещений. Холодный воздух имеет большую плотность по сравнению с тёплым воздухом, поэтому он опускается вниз, а тёплый воздух поднимается вверх. Такой способ передачи тепла называется конвекцией. **972.** Под действием электрического поля эбонитовой палочки свободные электроны в лёгкой гильзе сместятся к одному её краю, и гильза притянется к палочке. Это явление называется электростатической индукцией. **973.** Магнитное поле внутри катушки с переменным током тоже будет изменяться, поэтому благодаря явлению электромагнитной индукции внутри массивного медного стержня возникнут вихревые токи Фуко. Эти токи разогревают проводники. **974.** Трамвай может запастись электрическую энергию, если он имеет аккумулятор. При торможении трамвая двигателем он работает как генератор и заряжает аккумулятор.



975. Не изменяются. **976.** Не изменяются. **977.** На выходе постоянное напряжение. **978.** Нагрузка имеет ёмкостный характер. **979.** При размыкании ключа сопротивление цепи скачком увеличивается в два раза, а ЭДС самоиндукции препятствует мгновенному изменению силы тока через катушку. Поэтому сила тока в катушке убывает плавно до стационарного значения $I_1 = 3 \text{ А}$.



980.

981. При превращении нейтрона

в протон возникает ещё электронное антинейтрино, которое приобретает импульс и уносит часть энергии с собой. Распределение энергии распада между электроном и антинейтрино носит случайный характер. В редких случаях вся энергия передаётся электрону. Этот случай соответствует верхней границе $E_k = 0,783$ МэВ электронного спектра. 982. 1,78. 983. $\arccos(0,72)$. 984. 45° . 985. 6 см. 986. 0,5 м. 987. 225 Дж. 988. $24,7^\circ$. 989. 0,30 с, 1,1 с. 990. 2,25 Дж. 991. 0,71. 992. Горизонтальная скорость равна нулю. 993. 0,7 м/с. 994. 100 м. 995. 1 м. 996. 0,0025.

997. $\frac{m(v_1 + v_2)^2}{4}$. 998. $2,3\sqrt{gh}$. 999. 4 с. 1000. $1,3 \text{ м/с}^2$. 1001. 60.

1002. 2,78. 1003. $\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$. 1004. ng . 1005. 0,5 кг. 1006. 0,9975. 1007. 12,6 м.

1008. 1,95 м. 1009. 386 К. 1010. 452 г. 1011. -1. 1012. 507,5 г.

1013. 1,7 км/с. 1014. $2,2 \cdot 10^{-10}$ м. 1015. 60,8 кДж. 1016. 125 Дж.

1017. 40%. 1018. 0,071. 1019. 103 г. 1020. -2. 1021. 3. 1022. 17%.

1023. 28 кВт. 1024. 572 Дж. 1025. $0,2 \text{ м}^2$. 1026. 4,2 МДж. 1027. 24°C .

1028. 2,8 кДж. 1029. 5,5 кДж. 1030. 6 кДж. 1031. -1,5. 1032. 0,83 МПа.

1033. 356 К. 1034. $\frac{U_{пl}}{4dU}(l + 2L)$. 1035. 0,6 В. 1036. 16 В. 1037. 16 кДж.

1038. 9,5 пФ. 1039. Такого угла не существует. 1040. 9,5 нКл.

1041. $k\pi R_1 R_2$. 1042. $\frac{vB \sin \alpha}{r(1 + \sin \alpha)}$. 1043. εC_1 . 1044. 350 В. 1045. 32,76 В.

1046. 27,4 К. 1047. 2,8 К. 1048. 3500 В. 1049. $2,6 \cdot 10^{-8}$ А. 1050. 76,6 Вт.

1051. 165,3 Вт. 1052. 0,4 мкФ. 1053. $\frac{3\varepsilon}{1 + 2\varepsilon} U_0$. 1054. 56. 1055. 10 Ом.

1056. 4,2 нГц. 1057. 3,4 мм. 1058. 1,65 В. 1059. 112 Вт. 1060. 0,11 мДж.

1061. 240 г. 1062. 0,5 Дж. 1063. 10^4 Ом. 1064. 6,25. 1065. 2,2 нс.

1066. 7 Мм/с. 1067. 0,87 пм. 1068. $1,5 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$. 1069. 10 мкПа.

1070. 3182. 1071. 1,65 Вт. 1072. 2 кПа. 1073. 3 ГПа. 1074. 2,4 В.

1075. 1,76 В. 1076. 1,35 эВ. 1077. 1 мкм. 1078. 340 В/м.

1079. $5,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. 1080. 0,56 В. 1081. 1,42 мм. 1082. 6,2 мм.

1083. 5 мм. 1084. 25 мс. 1085. $\frac{R(R+r)(hc-\lambda A)}{k\lambda|q_e| \cdot r}$. 1086. $\frac{Ihc}{p\lambda e}$.
 1087. $4,8 \cdot 10^{-20}$ Дж, $8,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. 1088. 363 нм. 1089. -13,6 эВ.
 1090. $3,66 \cdot 10^{14}$ Гц. 1091. $9,72 \cdot 10^{-19}$ Дж. 1092. 134 нм. 1093. 0,32.
 1094. $1,27 \cdot 10^{21}$. 1095. $11,32 \cdot 10^{10}$ Дж.

Решение некоторых заданий

1. Путь — это длина траектории движущегося тела. Таким образом, если тело двигается, то путь увеличивается, а если стоит на месте, то путь остаётся неизменным. Уменьшаться он не может. Кроме того, пройденный путь не может быть отрицательным.

Ответ: 3.

2. Зависимость координат от времени при равноускоренном движении

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}.$$

В нашем случае $y = h - \frac{gt^2}{2}$, графиком которой является парабола с ветвями, направленными вниз.

Ответ: 1.

3. Запишем зависимость от времени проекции скорости тела на ось Ox :

$$u_x(t) = u - gt,$$

где u — проекция на ось Ox вектора начальной скорости тела (она направлена вдоль оси Ox), $g_x = -g$ — проекция на ось Ox вектора ускорения свободного падения (оно направлено противоположно оси Ox).

Графиком зависимости $u_x(t)$ является прямая линия, наклонённая к оси t под тупым углом (угловой коэффициент этой прямой $k = \operatorname{tg} \alpha = -g$ отрицателен по знаку). Этой зависимости соответствует рис. 1.

Ответ: 1.

4. Движение шарика вверх по жёлобу будет равнозамедленным, перемещение в этом случае описывается формулой $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$. Графиком такой функции является парабола, ветви которой направлены вниз.

Ответ: 3.

5. Поскольку после остановки автомобиль разворачивается, то $v_x < 0$; т. к. $|a_2| = 2|a_1|$, то график $v_x(t)$ после остановки идёт так, что

$$|\operatorname{tg} \alpha_2| = 2|\operatorname{tg} \alpha_1|,$$

где α_1, α_2 — углы наклона графика до и после остановки.

Ответ: 1.

6. Тело, брошенное вертикально вверх, движется под действием силы тяжести, которая сообщает ему ускорение свободного падения.

Ответ: 2.

7. Путь, пройденный телом, находится по формуле $S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$, где V_0 — начальная скорость тела, a — его ускорение. Из графика следует, что $V_0 = 60$ м/с, а ускорение $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{30}{30} = 1$ м/с².

$$S = 60t + 0,5t^2.$$

Ответ: 60; 0,5.

9. Зависимость координаты тела от времени выражается квадратичной функцией

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2},$$

т. к. $x(0) = 0$, то

$$x = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

При $t = 1$ с $x = 1$ м, поэтому

$$v_{0x} + \frac{a_x}{2} = 1,$$

при $t = 2$ с $x = 4$ м

$$2v_{0x} + \frac{4a_x}{2} = 4.$$

Тогда

$$a_x = 2(1 - v_{0x}),$$

$$2v_{0x} + 4(1 - v_{0x}) = 4,$$

$$2v_{0x} + 4 - 4v_{0x} = 4,$$

$$2v_{0x} = 0,$$

$$v_{0x} = 0.$$

$$\frac{a_x}{2} = 1,$$

$$a_x = 2 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 2.

11. На интервале времени 2–3 ч координата не изменяется, следовательно, скорость равна 0.

Ответ: 2; 3.

13. Модуль ускорения $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$, тогда при одинаковых промежутках времени $\Delta t = 10$ с ΔV — наибольшее, а значит, наибольшее и ускорение a в интервале от 10 с до 20 с.

Ответ: 10, 20.

14. Так как ускорение является производной скорости по времени, а геометрический смысл производной — это тангенс угла наклона графика к оси времени, то видно, что максимальный угол наклона графика соответствует участку 12–15 с.

Ответ: 12; 15.

17. Скорости автомобилей можно найти по формуле

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

В первом случае $V_1 = 60$ км/ч, во втором — $V_2 = 30$ км/ч.

Итого $V_1 - V_2 = 30$ км/ч.

Ответ: 30.

19. Ускорение тела $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Для первого тела при $\Delta t_1 = 6$ с $\Delta v_1 = 15$ м/с,

тогда $a_1 = \frac{15}{6} = 2,5$ м/с².

Для второго тела при $\Delta t_2 = 10$ с $\Delta v_2 = 20$ м/с, тогда $a_2 = \frac{20}{10} = 2$ м/с².

Отношение $\frac{a_2}{a_1} = \frac{2}{2,5} = 0,8$.

Ответ: 0,8.

23. Площадь под графиком $v = v(t)$ численно равна пути, пройденному телом. Поэтому ответ задачи — график № 3.

Ответ: 3.

41. Так как тело движется с постоянной по модулю скоростью, существует только центростремительное ускорение. Оно в каждой точке направлено по радиусу к центру. По стрелке центростремительное ускорение направлено в точке 3.

Ответ: 3.

44. Движение по окружности можно рассматривать как колебательное

движение с периодом $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 10 \text{ м}}{1 \text{ м/с}} = 62,8$ с.

Ответ: 62,8.

46. При равномерном движении по окружности ускорение направлено к центру окружности, направление суммы сил совпадает с ускорением.

Ответ: 3.

47. Равнодействующая $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ будет сонаправлена с большей по модулю силой, т. е. направлена на север, поэтому ускорение тоже будет направлено на север.

Ответ: 1.

48. Из второго закона Ньютона ускорение $a = \frac{F}{m}$. Здесь F — равнодействующая двух сил. По закону сложения векторов величина этой равнодействующей (модуль) равна 5 Н.

$$a = \frac{5}{5} = 1 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 1.

50. Сложим векторы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , используя правило параллелограмма (см. рис. 375). Сделаем поясняющий рисунок.

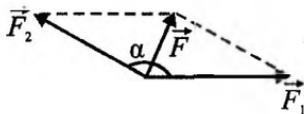


Рис. 375

Так как $F_1 = F_2$, то получившийся параллелограмм представляет собой ромб. Вектор \vec{F} делит его на два одинаковых равносторонних треугольника, т. е. угол при вершине равен 60° (сумма углов в параллелограмме равна 360° и противоположные углы равны). Поэтому

$$F = F_1 = F_2 = 3 \text{ Н.}$$

Ответ: 3.

51. Найдём сумму проекций всех сил на это направление:

$$\begin{aligned} F_3 + F_1 \cdot \cos 45^\circ - F_2 \cdot \cos 60^\circ &= 2 + 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 2 \cdot \frac{1}{2} = \\ &= 2 + \sqrt{2} - 1 = 2,4 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Ответ: 2,4.

53. Груз находится в равновесии, значит, сумма всех сил, действующих на этот груз, равна нулю (см. рис. 376).

В проекции на вертикальную ось:

$$\begin{aligned} mg &= 2 \cdot F_H \cos \frac{\alpha}{2} \\ \cos \frac{\alpha}{2} &= \frac{mg}{2F_H} = \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 20} = \frac{1}{2}. \end{aligned}$$

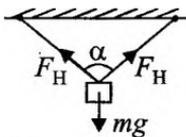


Рис. 376

Следовательно, $\cos \frac{\alpha}{2} = 0,5$, $\frac{\alpha}{2} = 60^\circ$.

Угол между тросами равен 120° .

Ответ: 120.

54. Согласно второму закону Ньютона $\vec{F} = m\vec{a}$, где \vec{a} — ускорение груза массой m , F — равнодействующая приложенных к грузу сил.

Ускорение численно равно тангенсу угла наклона графика скорости тела к оси t : $a = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ м/с}^2$ — модуль ускорения груза на отрезке времени 0–6 с.

Тогда $F = ma = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,5 = 10^3 \text{ Н} = 1 \text{ кН}$ — модуль равнодействующей сил, приложенных к грузу на отрезке времени 0–6 с.

Ответ: 1.

55. Согласно второму закону Ньютона

$$2\vec{F} = 2m\vec{a}'$$

где \vec{a}' — ускорение тела массой $2m$ под действием силы $2\vec{F}$.

$$\text{Отсюда } \vec{a}' = \frac{2\vec{F}}{2m} = \frac{\vec{F}}{m} = \vec{a}.$$

Таким образом, тело массой $2m$ под действием силы $2\vec{F}$ будет двигаться также с ускорением \vec{a} .

Ответ: 1.

56. Равнодействующая сил $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. $|\vec{F}| = 25 \text{ Н}$. Ускорение по 2-му закону Ньютона $a = \frac{F}{m} = 5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 5.

58. Запишем уравнение движения тела (второй закон Ньютона) для двух сил — силы тяжести и силы сопротивления воздуха, действующих на тело:

$$F_T - F_{\text{сопр}} = ma.$$

Отсюда находим ускорение

$$a = \frac{F_T - F_{\text{сопр}}}{m} = \frac{mg - F_{\text{сопр}}}{m}.$$

Окончательный расчёт даёт

$$a = \frac{0,5 \cdot 10 - 2}{0,5} = 6 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 6.

59. Итоговая сила F , действующая на тело, равна 3 Н и направлена влево.

$$ma = F \Rightarrow a = 1 \text{ м/с}^2.$$

Путь, который тело пройдёт за 2 секунды, можно найти по формуле

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{1 \cdot 4}{2} = 2 \text{ (м)}.$$

Ответ: 2.

60. Из второго закона Ньютона можно найти ускорение тела:

$$a = \frac{F}{m} = 5 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Пройденный путь посчитаем по формуле

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{5 \cdot 25}{2} = 62,5 \text{ (м)}.$$

Ответ: 62,5.

61. Вес тела N . Уравнение динамики $mg - N = ma$.

$$a = \frac{mg - mg/4}{4} = 0,75g.$$

Ускорение равно $7,5 \text{ м/с}^2$ и направлено вниз.

Ответ: 7,5.

64. Сила тяжести $\vec{F} = m\vec{g}$ одинакова во всех точках траектории.

Ответ: Во всех точках сила тяжести одинакова.

66. Согласно закону всемирного тяготения $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$, тогда

$$F = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{80 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^3}{1000^2} \approx 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ мН}.$$

Ответ: 0,43 мкН.

67. Согласно третьему закону Ньютона эти силы равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Ответ: 1.

69. Первая космическая скорость искусственного спутника Земли $v_{\perp} = \sqrt{gR}$. Поэтому она не зависит от массы спутника.

Ответ: Не изменится.

77. Чтобы человек не скользил при беге, сила трения покоя должна быть максимальной и равна силе трения скольжения:

$$F = \mu N = \mu mg = 350 \text{ Н.}$$

Ответ: 350.

83. Сила упругости связана с деформацией законом Гука $F = kx$. Найдём из графика в некоторой его точке взаимосвязь F и x . Например, 20 Н и $20 \cdot 10^{-2}$ м.

$$k = \frac{F}{x} = \frac{20}{20 \cdot 10^{-2}} = 1000 \text{ Н/м.}$$

Ответ: 1000.

87. Рассмотрим, что произойдёт с системой связанных пружин, если к ней подвесить груз массой m . На всю систему будет действовать сила mg , а на каждую из пружин — $\frac{mg}{2}$.

Из закона Гука следует, что груз опустится на величину $\frac{mg}{2k}$.

Следовательно, жёсткость двух соединённых параллельно пружин равна $2k$.

Ответ: 4.

90. На тело, висящее на пружине, действует 2 силы: сила тяжести mg и сила упругости kx .

Для первой пружины

$$kx_1 = mg \Rightarrow x_1 = \frac{mg}{k}.$$

Для второй пружины

$$2kx_2 = 3mg \Rightarrow x_2 = \frac{3mg}{2k}.$$

Отношение растяжений $\frac{x_2}{x_1} = \frac{3}{2} = 1,5$.

Ответ: 1,5.

91. Для неподвижного тела сила трения покоя равна силе, пытающейся вывести тело из состояния покоя.

Ответ: 1,5.

92. Импульс

$$p = mV = 900 \text{ кг} \cdot 20 \text{ м/с} = 18000 \text{ кг} \cdot \text{м/с} = 18 \text{ кг} \cdot \text{км/с.}$$

Ответ: 18.

93. Изменение импульса тела под действием силы F в течение времени Δt можно найти по формуле $\Delta p = F\Delta t$.

$$\text{Отсюда модуль силы } F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{10}{2} = 5 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 5.

95. Так как модуль скорости тела постоянен, то модуль импульса $p = mv$ тоже не меняется.

Ответ: 0.

97. Импульс силы, действующей на тело, равен изменению импульса тела (второй закон Ньютона в импульсной форме). При изменении скорости от 25 м/с до 20 м/с изменение импульса автомобиля составило 7500 Н·с.

Ответ: 7500.

99. Согласно второму закону Ньютона $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, тогда

$$F = \frac{6 - 2}{10 - 0} = 0,4 \text{ Н}.$$

Ответ: 0,4.

100. По второму закону Ньютона $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, тогда $\Delta p = F\Delta t$ или

$$p - p_0 = F\Delta t, \text{ т. к. } p_0 = 0, \text{ то } p = F\Delta t,$$

$$p = 15 \cdot 3 = 45 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 45.

102. Изменение импульса мяча равно импульсу, полученному Землёй. Сделаем рис. 377 и найдём изменение импульса мяча.

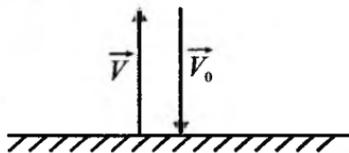


Рис. 377

$$\Delta \vec{p} = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = m(\vec{v} - \vec{v}_0) = 2m\vec{v}.$$

Так как $v = v_0$, то $\Delta p = 2mv_0$. Считаем

$$\Delta p = 2 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 0,6.

105. Векторная сила импульсов, которые шары имели до взаимодействия, должна остаться неизменной (см. рис. 378).

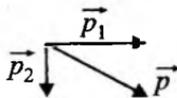


Рис. 378

Модуль импульса

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}.$$

Так как массы тел равны, то $2v = \sqrt{9 + 16}$ м/с.

Ответ: 2,5.

106. Уравнение закона сохранения импульса

$$mv = mi + Mu' \rightarrow u' = \frac{m(v - u)}{M},$$

$$u' = \frac{0,1 \cdot (20 - 10)}{1} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1.

108. Запишем закон сохранения импульса (см. рис. 379):

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}.$$

$$\text{Оx: } m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_x.$$

$$\text{Оy: } m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V_y.$$

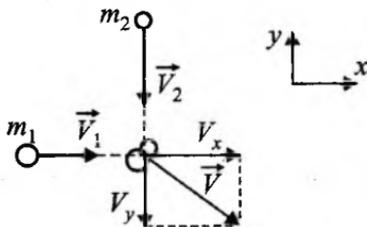


Рис. 379

Из теоремы Пифагора найдём скорость тел после соударения:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{4} = 2.$$

Отсюда модуль импульса системы $(m_1 + m_2)V = 10$ кг·м/с.

Ответ: 10.

110. Из закона сохранения импульса (см. рис. 380)

$$m_1 V_0 - m_2 V_0 = (m_1 + m_2) \frac{V_0}{2}.$$

$$2(m_1 - m_2) = m_1 + m_2.$$

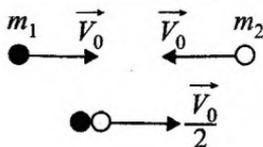


Рис. 380

Поделим обе части уравнения на m_2 :

$$2\left(\frac{m_1}{m_2} - 1\right) = 1 + \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 3.$$

Ответ: 3.

111. Данная система тел замкнута в горизонтальном направлении, так как проекции внешних сил (силы тяжести и силы реакции дороги) на направление движения тележки равны нулю.

Для замкнутой в горизонтальном направлении системы тел справедлив закон сохранения импульса вдоль этого направления:

$$(m + M)\vec{V}_0 = m\vec{V}_1 + M\vec{V}_2,$$

где m и M — массы мальчика и тележки соответственно, \vec{V}_0 — скорость тележки перед прыжком мальчика, \vec{V}_1 — скорость мальчика после прыжка с тележки, \vec{V}_2 — скорость тележки после прыжка с неё мальчика.

Запишем закон сохранения импульса в проекциях на координатную ось Ox , совпадающую по направлению с вектором \vec{V}_0 :

$$(m + M)V_0 = mV_1 + MV_{2x}.$$

Направление движения тележки после прыжка с неё мальчика мы заранее не знаем, поэтому в законе сохранения импульса записана проекция скорости тележки на ось Ox .

Отсюда модуль скорости тележки после прыжка с неё мальчика

$$V_{2x} = \frac{(m + M)V_0 - mV_1}{M} = \frac{60 \text{ кг} + 60 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с} - 60 \text{ кг} \cdot 1,5 \text{ м/с}}{60 \text{ кг}} = 0,5 \text{ м/с}.$$

Тележка продолжит движение в прежнем направлении, так как $V_{2x} > 0$.

Ответ: 0,5.

112. Из второго закона Ньютона следует, что $F_x \Delta t = \Delta p_x$, где F_x — проекция равнодействующей приложенных к телу сил на координатную ось x , Δt — отрезок времени, в течение которого к телу была приложена равнодействующая сила, Δp_x — проекция на ось x вектора изменения импульса тела.

На отрезке времени 0–1 с импульс тела не изменялся ($\Delta p_x = 0$). Это значит, что на этом отрезке времени равнодействующая приложенных к телу сил была равна нулю ($F_x = 0$).

На отрезке времени 1–4 с импульс тела линейно убывал. Это значит, что проекция равнодействующей на ось x в течение этого отрезка времени была отрицательной по знаку ($F_x < 0$).

На отрезке времени 4–5 с импульс тела не изменялся ($\Delta p_x = 0$). Это значит, что на этом отрезке времени равнодействующая приложенных к телу сил снова была равна нулю ($F_x = 0$).

Такой характер изменения F_x правильно показан на рисунке 2.

Ответ: 2.

113. Кинетическая энергия движущегося тела

$$E_K = \frac{mV^2}{2} = 75 \text{ Дж},$$

его импульс $p = m \cdot V = 50 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

$$E_K = \frac{p \cdot V}{2} \Rightarrow V = \frac{2 \cdot E_K}{p}.$$

$$V = \frac{2 \cdot 75}{50} = 3 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 3.

115. По теореме о кинетической энергии

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}.$$

Переводим в СИ: 2 т = 2000 кг, 54 км/ч = 15 м/с, 72 км/ч = 20 м/с — и, подставляя численные значения, получаем: $A = 175\,000 \text{ Дж} = 175 \text{ кДж}$.

Ответ: 175.

116. Работа по перемещению груза $A = mgh$,

$$A = 20 \cdot 10 \cdot 1,5 = 300 \text{ Дж}.$$

Ответ: 300.

120. После упругого отражения тела от наклонной плоскости его скорость будет направлена горизонтально и равна по модулю скорости, которую имело тело в момент удара:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10} = 20 \text{ м/с}.$$

Ответ: 20.

122. Так как другие силы в горизонтальном направлении, кроме силы трения, отсутствуют, то работа силы трения равна изменению кинетической энергии:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{0,5}{2}(16 - 100) = -21 \text{ Дж}.$$

Ответ: -21.

124. Работа силы тяжести

$$A = mgh = 2000 \text{ Дж.}$$

Ответ: 2000.

127. Полная механическая энергия автомобиля определяется по формуле

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh.$$

Переводим в СИ: 1 т = 1000 кг — и, подставляя численные значения в формулу, получаем:

$$E = 350\,000 \text{ Дж} = 350 \text{ кДж.}$$

Ответ: 350.

135. Сила реакции опоры N перпендикулярна опоре. Проектирование сил, действующих на тело, лежащее на опоре, даёт

$$N - mg \cos \alpha = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha = 10 \cdot 10 \cdot 0,5 \text{ Н} = 50 \text{ Н.}$$

Ответ: 50.

137. По правилу рычага $m_1 l = m_2 \cdot 2l$, откуда $m_2 = \frac{m_1}{2} = 50 \text{ г.}$

Ответ: 50.

143. Сумма сил, с которыми балка давит на обе опоры, равна mg . Если провести ось через опору, то уравнение моментов сил имеет вид

$$F \cdot \frac{3}{4}l = mg \frac{l}{2}.$$

Отсюда сила, действующая на правую опору,

$$F = \frac{2}{3}mg = 67 \text{ Н.}$$

Ответ: 67.

147. Условие плавания тел подразумевает, что тело плавает, когда модули выталкивающей силы и силы тяжести равны. Сила тяжести 100 Н.

Ответ: 100.

148. Вес груза в воде $P = mg - F_A$, тогда

$$P = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ Н.}$$

Ответ: 1,5.

150. Сосновый брусок будет плавать на поверхности воды при условии, что действующая на него со стороны Земли сила тяжести

$$mg = 24 \cdot 10 = 240 \text{ Н}$$

будет равна по модулю и противоположна по направлению выталкивающей силе (силе Архимеда), действующей со стороны воды.

Тогда $F_B = mg = 240 \text{ Н}$ — модуль выталкивающей силы.

Ответ: 240.

153. Условием плавания тел является равенство архимедовой силы и силы тяжести:

$$\rho g V_{\text{под}} = mg,$$

$$V_{\text{под}} = \frac{m}{\rho}.$$

Переводим в СИ: $2,4 \text{ т} = 2400 \text{ кг}$, взяв из таблицы плотности $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ и подставляя численные значения, получаем: $V_{\text{под}} = 2,4 \text{ м}^3$.

Ответ: 2,4.

156. Пока расстояние нижней поверхности куба от дна не достигнет a , сила натяжения меньше силы тяжести на величину силы Архимеда. Затем сила Архимеда линейно убывает с расстоянием — куб постоянно выходит из-под воды. Потом сила натяжения становится равной силе тяжести.

Ответ: 1,5.

157. Сила натяжения троса в воде меньше на четверть, чем $T = mg$ в воздухе, за счёт силы Архимеда, $F_A = \rho_{\text{ж}} g V = \frac{1}{4} \rho_{\text{ж}} g V$. Отсюда $\rho = 4\rho_{\text{ж}}$.

Ответ: 4.

161. В момент времени $t = 3 \text{ с}$ потенциальная энергия равна нулю. Из закона сохранения энергии следует, что кинетическая энергия тела в этот момент времени максимальна и равна полной энергии системы. Из графика видно, что это соответствует 20 Дж.

Ответ: 20.

162. Проекция скорости будет равна нулю в те моменты времени, когда отклонение тела от положения равновесия максимально. На графике этому условию соответствует точка 3.

Ответ: 3.

163. Взяв производную по времени от закона изменения координаты, получим закон изменения скорости $v = -4 \cdot 8 \sin\left(8t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ см/с}$. Максимальная скорость 32 см/с.

Ответ: 0,32.

165. Период можно рассчитать по графику как расстояние во времени между двумя соседними точками, колеблющимися в одинаковой фазе. Видно, что $T = 0,4 \text{ с}$.

Ответ: 0,4.

167. Одно полное колебание совершается тогда, когда груз опускается в нижнее крайнее положение и возвращается обратно в верхнее крайнее положение. Тогда на одно полное колебание будет затрачено 0,8 с.

Ответ: 0,8.

168. Период колебаний находится по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Увеличение массы груза в 4 раза приводит к увеличению периода в 2 раза.

Ответ: 2.

170. Период колебаний математического маятника можно найти по формуле

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

Отсюда следует, что для того чтобы период колебаний увеличился в 2 раза, длину нити нужно увеличить в 4 раза.

Ответ: 4.

171. Из графика, приведённого на рис. 83, следует, что в момент времени $t = 0$ смещение пружинного маятника от положения равновесия максимально и равно 1,5 см. Следующее такое же смещение маятника происходит в момент времени $t = 4$ с.

Это значит, что данный пружинный маятник колеблется с периодом $T = 4$ с.

Ответ: 4.

172. Период колебаний математического маятника определяется по формуле

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

Частота обратно пропорциональна периоду

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

С уменьшением длины нити период в 2 раза уменьшится, а частота в 2 раза увеличится. Увеличение массы при малых колебаниях на частоту влияния не имеет.

Ответ: 2.

174. Сигнал от эхолота распространяется до дна и возвращается обратно, значит, время, затраченное на путь в одну сторону, $t = \frac{6}{2} = 3$ с. Тогда

$$S = V \cdot t,$$

$$S = 1500 \cdot 3 = 4500 \text{ (м)} = 4,5 \text{ км.}$$

Ответ: 4,5.

175. Зная $x(t)$, найдём скорость шарика как производную

$$v(t) = -0,001 \cdot \omega \cdot \sin(\omega t).$$

Так как $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10^3$ рад/с, то $v = 0,5$ м/с.

Ответ: 0,5.

177. По формуле скорости волны

$$v = \lambda \nu, \quad \lambda = \frac{v}{\nu}.$$

Подставляя численные значения, получаем: $\lambda = 0,5$ м.

Ответ: 0,5.

208. Период колебаний маятника $T = 4$ с.

Полная механическая энергия E — в любой момент времени постоянная величина и равна сумме кинетической и потенциальной энергий

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}}.$$

В момент времени, когда потенциальная энергия максимальна, кинетическая энергия равна нулю и наоборот. Следовательно, полная энергия $E = E_{\text{пот. max}} = 2$ Дж при любом значении t .

В момент времени, соответствующий точке A ,

$$E_{\text{кин}} = E - E_{\text{пот}} = E - \frac{E}{2} = \frac{E}{2} = 1 \text{ Дж.}$$

Амплитуда маятника с течением времени не уменьшается, следовательно, колебания незатухающие.

В момент времени $t = 1,5$ с

$$E_{\text{пот}} = \frac{1}{2}E; \quad E_{\text{кин}} = E - E_{\text{пот}} = \frac{E}{2}.$$

Следовательно, кинетическая энергия в этот момент времени равна потенциальной.

Ответ: 35.

213. Платформа является твёрдым телом, следовательно, при вращении все её точки совершают поворот за одно и то же время, поэтому период не изменяется. Линейная скорость определяется по формуле

$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

С увеличением радиуса скорость возрастает. Центростремительная сила определяется по формуле

$$F = ma.$$

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

С увеличением радиуса увеличивается и ускорение и, следовательно, сила тоже растёт.

Ответ: 31.

218. Время полёта стрелы определяется по формуле

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}.$$

С ростом угла значение $\sin \alpha$ возрастает, а значит, время также увеличивается. Максимальная высота подъёма определяется по формуле

$$h = \frac{(v \sin \alpha)^2}{2g}.$$

С ростом угла значение $\sin \alpha$ возрастает, а значит, высота подъёма также увеличивается.

Ответ: 11.

220. 1) Так как $T = \frac{2\pi R}{v}$, то $R = \frac{Tv}{2\pi}$, таким образом, радиус уменьшится.

2) Так как для центростремительного ускорения

$$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} = \frac{2\pi v^2}{Tv} = \frac{2\pi v}{T},$$

то оно тоже уменьшится.

Ответ: 22.

236. 1) Так как для центростремительного ускорения $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$, то

$$v^2 = a_{ц.с.} \cdot R.$$

При $a_{ц.с.} = const$ и уменьшении R v тоже уменьшится.

2) Период $T = \frac{2\pi R}{v}$, $v = \sqrt{a_{ц.с.} \cdot R}$, таким образом,

$$T = \frac{2\pi R}{\sqrt{a_{ц.с.} \cdot R}} = \frac{2\pi \sqrt{R}}{\sqrt{a_{ц.с.}}},$$

следовательно, период уменьшится.

Ответ: 22.

241. Если на санки сядет человек, то масса саней увеличится. Ускорение при движении тела по наклонной плоскости не зависит от массы, а определяется по формуле

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Следовательно, ускорение не изменится. Сила трения при движении с горки прямо пропорциональна массе тела:

$$F = \mu mg \cos \alpha,$$

поэтому сила трения возрастает.

Ответ: 31.

255. Циклическая частота колебаний связана с периодом формулой

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

После подстановки периода в формулу циклической частоты получаем:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Максимальная кинетическая энергия груза численно равна его максимальной потенциальной энергии, которая может быть определена по формуле

$$E = mgh.$$

Высоту поднятия груза h определяем геометрическим построением (см. рис. 381):

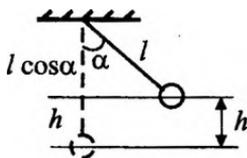


Рис. 381

$$h = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha).$$

Подставляя выражение h в формулу энергии, получаем:

$$E = mgl(1 - \cos \alpha).$$

Ответ: 32.

261. А) Так как $E = \frac{mv^2}{2}$, то $m = \frac{2E}{v^2}$ и, т. к. $v = \bar{\omega}R$, то $m = \frac{2E}{\bar{\omega}^2 R^2}$.

Б) Импульс $p = mv = \frac{2E}{\bar{\omega}^2 R^2} \bar{\omega}R = \frac{2E}{\bar{\omega}R}$.

Ответ: 13.

264. Неизменным при движении тела, брошенного под углом к горизонту, является его ускорение. Кинетическая энергия мяча сначала убывает до некоторого значения в верхней точке траектории, а потом вновь увеличивается.

Ответ: 32.

267. Циклическая частота колебаний связана с периодом формулой

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

После подстановки периода в формулу циклической частоты получаем:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Максимальная потенциальная энергия груза численно равна его максимальной кинетической энергии, которая может быть определена по формуле

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

Ответ: 32.

276. Среднеквадратичная скорость молекул газа

$$\bar{v}_{\text{КВ}} = \frac{3RT}{M},$$

т. к. температура всех газов одинакова, то наибольшая скорость будет у молекул того газа, молярная масса которого будет наименьшей.

Ответ: азот.

286. Работа газа связана с изменением его объёма. Если объём газа не меняется, то газ работу не совершает. На участке 2—3 объём газа не меняется. Следовательно, работа не совершается.

Ответ: 2.

288. Проведём через заданные точки изоchoры (см. рис. 382). Наименьший объём соответствует изоchoре с наибольшим углом наклона к оси температур: точка А.

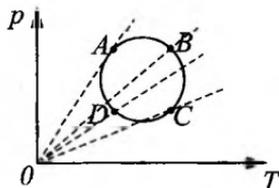


Рис. 382

Ответ: А.

291. Запишем уравнения состояния газа для обоих случаев:

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1,$$

$$p_2 V = \frac{m - \Delta m}{\mu} RT_2.$$

Здесь Δm — масса выпущенного из сосуда газа. Исходя из условия задачи, можем записать: $p_1 = 4p_2$, $T_1 = 2T_2$.

$$4p_2 V = 2 \frac{m}{\mu} RT_2 \Rightarrow m = \frac{4\mu p_2 V}{2RT_2}.$$

$$p_2 V = 2 \frac{m - \Delta m}{\mu} RT_2 \Rightarrow m - \Delta m = \frac{\mu p_2 V}{RT_2}.$$

Отсюда

$$\frac{m - \Delta m}{m} = \frac{2}{4} \Rightarrow 1 - \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{2}.$$

Следовательно, из сосуда выпустили половину газа:

$$\Delta m = \frac{1}{2} m.$$

Ответ: 0,5.

294. Запишем уравнения состояния идеального газа в состоянии 1:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} RT_1;$$

в состоянии 2:

$$p_2 V_2 = \frac{m}{\mu} RT_2.$$

Из рисунка найдём: $p_1 = p_0$, $p_2 = 4p_0$, $V_1 = 2V_0$, $V_2 = 4V_0$.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{p_0 \cdot 2V_0} = 8.$$

Ответ: 8.

303. По 1-му закону термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

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

Так как газ сжимают, то работа над газом будет отрицательной. Поэтому $\Delta U = 7$ кДж.

Ответ: 7.

318. КПД идеального теплового двигателя определяется по формуле:

$$\eta_1 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$$

С учётом роста T_1 получаем формулу КПД во 2-м случае:

$$\eta_2 = \frac{1,5T_1 - T_2}{1,5T_1} \cdot 100\%.$$

После преобразования формул получаем:

$$\eta_2 = \frac{0,5 + \eta}{1,5} \cdot 100 \%$$

Подставляя численные значения, получаем:

$$\eta_2 = 50 \%$$

Ответ: 50.

323. Разность показаний сухого и влажного термометров 4° , тогда согласно психрометрической таблице относительная влажность равна 54 %.

Ответ: 54.

324. Жидкость кипит, когда давление насыщенного пара совпадает с внешним давлением. При 14°C давление насыщенного пара 1,6 кПа.

Ответ: 1,6.

327. Относительная влажность воздуха находится по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100 \%,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность водяных паров, ρ_n — плотность насыщенных водяных паров.

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2,5.$$

Ответ: 2,5.

328. Относительная влажность воздуха находится по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100 \%,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность водяных паров, ρ_n — плотность насыщенных водяных паров.

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{V_1}{V_2} \varphi_1 = 2 \cdot 40 \% = 80 \%$$

Ответ: 80.

331. Относительную влажность воздуха найдём по формуле

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100 \%,$$

где p — давление пара, p_n — давление насыщенного пара.

Выражаем давление насыщенного пара:

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

Подставляя численные значения, получаем:

$$p_{\text{н}} = \frac{600}{0,75} = 800 \text{ Па.}$$

Ответ: 800.

332. Относительная влажность воздуха находится по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100 \%,$$

где $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность водяных паров, $\rho_{\text{н}}$ — плотность насыщенных водяных паров.

Подставляя численные значения, получаем

$$\varphi = \frac{m}{V \cdot \rho_{\text{н}}} \cdot 100 \% = 25,8 \, \%.$$

Ответ: 25,8.

347. Температура 150°C — это температура плавления второго вещества.

Сравним удельные теплоёмкости двух веществ:

$$Q = cm\Delta t \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}.$$

Учитывая, что $m_1 = m_2$, $Q_1 < Q_2$, $\Delta t_1 > \Delta t_2$, получим $c_2 > c_1$.

Второе вещество плавилось дольше, следовательно, на это потребовалось большее количество теплоты. Так как массы веществ одинаковые, можно сделать вывод о том, что удельная теплота плавления второго вещества больше, чем первого.

Оба вещества получали тепло в течение одинакового времени, следовательно, получили и одинаковое количество теплоты.

Ответ: 25.

374. Давление насыщенных водяных паров при неизменной температуре является табличным значением, поэтому не изменяется. Давление водяных паров с уменьшением объёма растёт, поэтому относительная влажность воздуха тоже увеличивается:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100 \, \%.$$

При достижении влажности воздуха $100 \, \%$ часть водяных паров начнёт превращаться в жидкость, поэтому их масса уменьшится.

Ответ: 312.

381. При резком движении поршня процесс, происходящий с газом, будет адиабатным. В адиабатном процессе при сжатии газа над ним совершается

работа, и его температура и, следовательно, внутренняя энергия увеличиваются.

Ответ: 11.

389. Давление жидкости растёт с глубиной, поэтому при подъёме пузырька давление газа внутри уменьшается. В изотермическом процессе с уменьшением давления объём газа возрастает.

Ответ: 21.

395. 1) Из-за отверстия давление в сосуде всё время будет равно атмосферному, таким образом, оно не изменится.

2) Концентрация в соответствии с уравнением $p = nkT$, $n = \frac{p}{kT}$, и так как p и T не меняются, то $n = const$.

Ответ: 33.

401. 1) $p = nkT$. Давление будет уменьшаться, т. к. уменьшается количество частиц газа, а следовательно, и концентрация n .

2) $U = \frac{3}{2}\nu RT$. Так как температура не изменяется, но уменьшается количество молекул, то уменьшится ν и внутренняя энергия.

Ответ: 22.

408. Работа газа равна 0 в изохорном процессе, что соответствует участку графика CD , температура и внутренняя энергия на этом участке также уменьшаются. Внутренняя энергия не изменяется в изотермических процессах DA и BC . На участке BC давление уменьшается, значит, объём газа увеличивается и работа положительна.

Ответ: 32.

414. А) При постоянной внутренней энергии, а значит, и температуре, увеличивается давление, следовательно, объём уменьшается.

Б) Работа газа равна нулю, а значит, его объём не изменяется. При уменьшении давления уменьшается температура.

Ответ: 24.

417. Работа газа положительна при увеличении его объёма, что соответствует участкам AB и BC , но внутренняя энергия не изменяется на участке BC , так как это изотермический процесс. Над газом совершается работа при уменьшении его объёма, что соответствует участкам CD и DA , но его внутренняя энергия увеличивается на участке DA , так как в адиабатном процессе при сжатии газа его температура растёт.

Ответ: 24.

419. График А соответствует изобарному процессу, в котором объём и температура уменьшаются. Это соответствует утверждению: «Над газом совершается работа, его внутренняя энергия уменьшается».

График Б соответствует изотермическому процессу, в котором давление растёт, а значит, объём уменьшается. Это соответствует утверждению: «Над газом совершается работа, его внутренняя энергия неизменна».

Ответ: 31.

423. А) При постоянной внутренней энергии, а значит, и температуре, увеличивается давление, следовательно, объём уменьшается и над газом совершается положительная работа.

Б) Работа газа равна нулю, а значит, его объём не изменяется. При уменьшении давления уменьшаются температура и внутренняя энергия.

Ответ: 24.

428. Сила, действующая на заряд q_1 со стороны левого заряда, направлена вправо (сила отталкивания). Сила, действующая на заряд q_1 со стороны правого заряда, направлена тоже вправо (сила притяжения). Равнодействующая сила тоже направлена вправо.

Ответ: вправо.

434. Найдём направление вектора магнитной индукции поля (\vec{B}), создаваемого проводником в точке, где находится электрон, используя правило правой руки: «Если обхватить проводник правой рукой так, чтобы оттопыренный большой палец указывал направление тока, то остальные пальцы покажут направление огибающих проводник линий магнитной индукции поля, создаваемого этим током, а значит, и направление вектора магнитной индукции, направленного везде по касательной к этим линиям». Следовательно, вектор магнитной индукции поля \vec{B} направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас.

Направление силы Лоренца найдём с помощью правила левой руки: «Если левую руку расположить так, чтобы линии индукции магнитного поля входили во внутреннюю сторону ладони, перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току (по движению положительно заряженной частицы или против движения отрицательно заряженной), то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей силы Лоренца».

Проделав описанные манипуляции и учитывая, что электрон заряжен отрицательно, найдём, что сила Лоренца направлена вертикально вверх.

Ответ: вверх.

435. Найдём направление вектора магнитной индукции поля (\vec{B}), создаваемого проводником в точке, где находится электрон, используя правило правой руки: «Если обхватить проводник правой рукой так, чтобы оттопыренный большой палец указывал направление тока, то остальные пальцы покажут направление огибающих проводник линий магнитной индукции поля, создаваемого этим током, а значит, и направление вектора магнитной индукции, направленного везде по касательной к этим линиям». Следовательно, вектор магнитной индукции поля \vec{B} направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас.

Направление силы Лоренца найдём с помощью правила левой руки: «Если левую руку расположить так, чтобы линии индукции магнитного поля входили во внутреннюю сторону ладони, перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току (по движению положительно заряженной частицы или против движения отрицательно заряженной), то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей силы Лоренца».

Проделав описанные манипуляции и учитывая, что позитрон заряжен положительно, найдём, что сила Лоренца направлена вертикально вверх в плоскости рисунка.

Ответ: вверх.

443. Изобразим рис. 383 в плоскости, перпендикулярной проводникам и проходящей через точку, в которой нужно найти направление магнитной индукции. Искомая магнитная индукция будет находиться по принципу суперпозиции $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$. Так как векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 лежат на одной прямой, то вектор \vec{B} будет лежать на той же прямой и будет направлен в сторону вектора с наибольшим модулем.

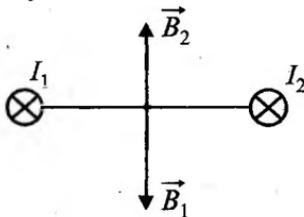


Рис. 383

Ответ: от наблюдателя.

446. Сила Ампера, чтобы противодействовать силе тяжести, направлена вверх. Чтобы создать такую силу, магнитное поле должно быть направлено за чертёж.

Ответ: от наблюдателя.

449. По правилу буравчика: «Если вращать ручку буравчика в направлении тока в витке, то направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции в центре витка».

Ответ: от наблюдателя.

452. По правилу буравчика магнитное поле, создаваемое дальним к точке A током, будет направлено перпендикулярно чертежу от нас. Магнитное поле, создаваемое ближним током, будет направлено перпендикулярно чертежу к нам. Кроме того, по модулю оно будет больше предыдущего, т. к. расстояние от проводника до точки наблюдения меньше.

Ответ: к наблюдателю.

455. Используем правило буравчика и сложение векторов (см. рис. 384).



Рис. 384

Ответ: вверх.

456. В точке нахождения заряда магнитное поле будет направлено от наблюдателя перпендикулярно плоскости листа (по правилу буравчика). Применяя правило левой руки, получаем направление силы Лоренца влево.

Ответ: влево.

458. Согласно правилу буравчика для прямого тока вектор \vec{B}_1 магнитной индукции поля тока в первом проводнике направлен в месте расположения третьего проводника от нас за плоскость рис. 209.

Согласно правилу буравчика для прямого тока вектор \vec{B}_2 магнитной индукции поля тока во втором проводнике направлен в месте расположения третьего проводника на нас из-за плоскости рис. 209.

Модуль вектора \vec{B}_2 больше модуля вектора \vec{B}_1 , так как первый проводник расположен дальше от третьего проводника, нежели второй проводник. Поэтому вектор результирующего магнитного поля в месте расположения третьего проводника направлен на нас из-за плоскости рис. 209.

С помощью правила левой руки определим направление силы Ампера, действующей на третий проводник с током: она направлена вниз.

Ответ: вниз.

461. Силы, действующие на заряд q (см. рис. 385) со стороны зарядов q_1 и q_2 , уравновешивают друг друга.

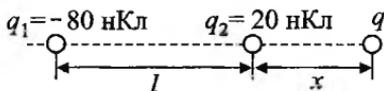


Рис. 385

$$k \frac{q_1 \cdot q}{(l+x)^2} + k \frac{q_2 \cdot q}{x^2} = 0,$$

$$q_1 \cdot x^2 = q_2 \cdot (l+x)^2 \Rightarrow q_1 \cdot x^2 - q_2 \cdot x - q_2 \cdot l = 0.$$

Решая это уравнение относительно x , получим: $x_1 = 0,1$ м, $x_2 = -0,03$ м. По условию задачи величина x положительна. Следовательно, $x = 10$ см.

Ответ: 10.

468. При последовательном соединении $R = R_1 + R_2 + R_3$, тогда

$$R = 6 + 6 + 6 = 18 \text{ Ом.}$$

Ответ: 18.

474. Два верхних резистора соединены между собой последовательно. Их общее сопротивление

$$R_1 = 2 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом.}$$

Три нижних резистора тоже соединены последовательно:

$$R_2 = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом.}$$

Сопротивления R_1 и R_2 соединены между собой параллельно:

$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 3 \text{ Ом.}$$

Ответ: 3.

475. По закону параллельного соединения проводников

$$U_1 = U_2.$$

По закону Ома для участка цепи

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

Поэтому

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = 4.$$

Ответ: 4.

476. Отношение U/I даёт величину сопротивления.

Ответ: 6.

478. Здесь имеем дело с законом Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R},$$

где R — сопротивление последовательно соединённых проводников. Расчёт даёт: $I = 2,6$ А.

Ответ: 2,6.

479. Так как резистор R_2 включён последовательно амперметру, то амперметр показывает нужную силу тока. Цена деления амперметра 0,5 А/дел, тогда

$$I = 4 + 3 \cdot 0,5 = 5,5 \text{ А.}$$

Ответ: 5,5.

480. Воспользуемся законом Ома для замкнутой цепи. Так как источники ЭДС включены навстречу друг другу, а сопротивления соединены последовательно, то

$$I = \frac{1,5 - 1,5}{10 + 5} = 0.$$

Ответ: 0.

482. Участок BC представляет собой две параллельно соединённые ветви сопротивлением $4r$ каждая. Это значит, что общее сопротивление участка BC составляет $2r$.

Тогда (в соответствии с законом Ома для участка цепи) напряжение на участке BC

$$U_{BC} = IR_{BC} = I \cdot 2r = 6 \text{ А} \cdot 2 \cdot 1 \text{ Ом} = 12 \text{ В.}$$

Сопротивления двух ветвей на участке цепи BC одинаковы, поэтому одинакова и сила тока, текущего по ним, т. е. ток в одной ветви равен половине общего тока.

Напряжение, которое покажет идеальный вольтметр,

$$U = \frac{I}{2} \cdot 3r = \frac{6 \text{ А}}{2} \cdot 3 \cdot 1 \text{ Ом} = 9 \text{ В.}$$

Ответ: 9.

486. Энергии конденсатора и катушки равны

$$W_C = \frac{CU^2}{2}, \quad W_L = \frac{LI^2}{2}.$$

Используя закон сохранения энергии для контура и условие задачи, получим:

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = 2 \cdot \frac{CU^2}{2},$$

откуда начальное напряжение $U_0 = \sqrt{2}U$, причём $U(t) = U_0 \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$.

Отсюда следует $\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{4}$, или $\frac{t}{T} = \frac{1}{8}$.

Ответ: 0,125.

489. По закону Джоуля — Ленца $Q = \frac{U^2}{R_1} t$. Следовательно, чтобы увеличить в 4 раза энергию на первом сопротивлении, надо в 4 раза уменьшить его, т. е. сделать равным 2,5 Ом.

Ответ: 2,5.

490. По закону Джоуля — Ленца $Q_1 = I^2 R_1 t = \frac{U^2}{R_1 + R_2} R_1 t$. Следовательно, чтобы уменьшить в 4 раза энергию на первом сопротивлении, надо в 2 раза уменьшить напряжение, т. е. 10 В.

Ответ: 10.

492. Мощность, выделяемая на сопротивлении, определяется по формуле $P = IU = I^2 R$.

При последовательном соединении сила тока будет одинаковой, следовательно, выделяемая мощность будет прямо пропорциональна сопротивлению резисторов:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{18}{6} = 3,$$

$$P_2 = 3P_1.$$

Ответ: 3.

493. Записав мощность как $P = IU$, находим $I_1 U_1 = I_2 U_2$, откуда, в соответствии с условием, $I_2 = 5I_1$, а из закона Ома для участка цепи следует: $R_1 = 25R_2$.

Из закона Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ находим:

$$\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \cdot 5 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r},$$

так что $r = 5R_2$.

Сравнивая напряжения U_1 и U_2 , получаем:

$$\mathcal{E} - I_1 r = 5(\mathcal{E} - I_2 r),$$

откуда $I_1 R_2 = \frac{5}{6} \mathcal{E}$.

Из выражения для мощности $p_1 = I_1^2 R_1 = 25I_1(I_1 R_2)$ найдём $I_1 = \frac{6}{5} \mathcal{A}$, тогда $I_2 = 6 \mathcal{A}$.

Окончательно

$$\frac{\mathcal{E} - I_1 r}{\mathcal{E} - I_2 r} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\mathcal{E}/r - I_1}{\mathcal{E}/r - I_2} = \frac{I_{\text{к.з.}} - I_1}{I_{\text{к.з.}} - I_2} = 5.$$

Подставляя точки I_1 и I , получаем $I_{\text{к.з.}} = 7,2$ А.

Ответ: 7,2.

494. По закону Джоуля — Ленца

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

Сопrotивление проводника зависит от его размеров по формуле

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

При последовательном соединении сила тока в обеих проволоках одинакова, а сопротивление 2-й проволоки в 2 раза больше, чем 1-й. Поэтому

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 2.$$

Ответ: 2.

496. Мощность, выделяемая на сопротивлении, определяется по формуле

$$P = UI = \frac{U^2}{R}.$$

При параллельном соединении напряжение будет одинаковым, следовательно, выделяемая мощность будет обратно пропорциональна сопротивлению резисторов:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{9}{18} = 0,5,$$

$$P_2 = 0,5 P_1.$$

Ответ: 0,5.

502. ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

знак «-» соответствует правилу Ленца.

$$\text{Считаем: } |\mathcal{E}_{\text{си}}| = 0,5 \cdot \frac{5 - 1}{0,1} = 20 \text{ В.}$$

Ответ: 20.

506. Магнитный поток $\Phi = LI$. Отсюда

$$I = \frac{\Phi}{L} = \frac{0,02 \text{ Вб}}{2 \text{ Гн}} = 0,01 \text{ А.}$$

Ответ: 0,01.

507. По основному закону электромагнитной индукции

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ В.}$$

Ответ: 0,05.

509. По закону самоиндукции

$$\varepsilon_i = \frac{L\Delta I}{\Delta t}.$$

Подставляя численные значения, получаем: $\varepsilon_i = 0,1 \text{ В}$.

Ответ: 0,1.

513. По таблице видно, что время между двумя соседними моментами, в которые конденсатор разряжен, равно 4 мкс. Значит, период колебаний 8 мкс, а частота — величина, обратная периоду.

Ответ: 0,25.

514. В процессе электромагнитных колебаний в колебательном контуре сумма энергии магнитного поля катушки и энергии электрического поля конденсатора остаётся постоянной (закон сохранения энергии).

В начальный момент времени заряд на конденсаторе максимален, а ток в катушке индуктивности равен нулю.

Через четверть периода конденсатор разрядится, а магнитное поле катушки будет максимальным.

Через половину периода конденсатор зарядится отрицательно, и электрическое поле снова станет максимальным, а магнитное равно нулю.

Время $t = 75 \text{ мкс}$ соответствует $1,5T$, следовательно, в этот момент времени вся энергия будет сосредоточена в электрическом поле конденсатора, значит, его заряд снова станет $q = 2 \text{ мкКл}$.

Ответ: 2.

517. Во время электромагнитных колебаний максимальная энергия электрического поля $W_{\text{э}} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C}$ переходит в максимальную энергию магнит-

ного поля $W_{\text{м}} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$.

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C},$$

$$I_{\text{max}} = \frac{q_{\text{max}}}{\sqrt{LC}} = \frac{21 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}}} = 0,7 \text{ А.}$$

Ответ: 0,7.

518. По формуле электроёмкости плоского конденсатора:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}.$$

При увеличении d в 4 раза электроёмкость уменьшится в 4 раза. По формуле Томсона

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

Период уменьшится в 2 раза. По графику видно, что начальный период равен 4 мкс, после раздвижения пластинок станет равен 2 мкс.

Ответ: 2.

521. Согласно закону преломления $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, тогда

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha.$$

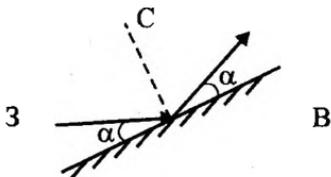
Считаем

$$\sin \beta = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{1}{2} \approx 0,33.$$

Ответ: 0,33.

522. Сделаем поясняющий рис. 386. Угол между падающим и отражённым лучами равен 135° , тогда

$$\alpha = \frac{180^\circ - 135^\circ}{2} = 22,5^\circ.$$



Ю

Рис. 386

Ответ: 22,5.

524. Сделаем рис. 387.

По закону отражения $\alpha = \alpha'$. Тогда $2\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 45^\circ$.

Ответ: 45.

525. Так как скорость света в первой среде больше, то вторая среда оптически более плотная и луч света будет прижиматься к перпендикуляру.

Ответ: 3.

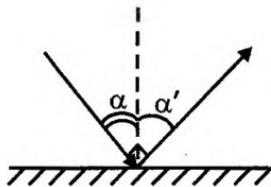


Рис. 387

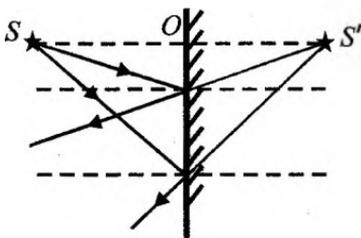


Рис. 388

527. Сделаем рис. 388.

Так как $S'O = SO$, то $S'O = 30 + 10 = 40$ см.

Ответ: 40.

528. Нарисуем чертёж (см. рис. 389), учитывая, что угол падения равен углу отражения.

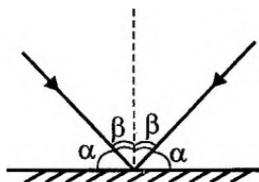


Рис. 389

$$\beta + \beta = 60^\circ \Rightarrow \beta = 30.$$

$$\alpha = 90^\circ - \beta = 60^\circ.$$

Ответ: 60.

529. Нарисуем чертёж (см. рис. 390), учитывая, что угол падения равен углу отражения.

$$\beta = 90^\circ - \alpha = 10^\circ.$$

По условию задачи угол между падающим и отражённым лучами увеличится в 4 раза:

$$(\beta' + \beta') = 4(\beta + \beta) \leftrightarrow \beta' = 40, \alpha' = 50.$$

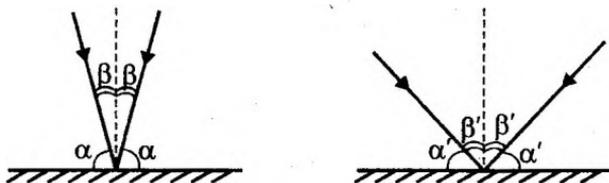


Рис. 390

Следовательно, угол уменьшится на 30° .

Ответ: 30.

530. При повороте зеркала угол падения станет равным 40° , а по закону отражения света угол отражения такой же. Поэтому угол между падающим лучом и отражённым лучом станет равным 80° .

Ответ: 80.

534. Луч, идущий из фокуса линзы, после преломления в линзе идёт параллельно главной оптической оси.

Ответ: 4.

535. Продолжение луча, пущенного параллельно главной оптической оси линзы, должно пройти после преломления в линзе через передний фокус линзы. Фокус расположен на расстоянии 20 см от линзы. Оптическая сила D — величина, обратная фокусному расстоянию, выраженному в метрах.

$$D = -5 \text{ дптр.}$$

Ответ: -5.

536. Из формулы для тонкой (собирающей) линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ находим расстояние между предметом и его изображением:

$$L = d + f = \frac{fd}{f - F} = \frac{f^2}{f - F}.$$

Взяв производную, получаем, что минимум L достигается при $f = 2F$. Тогда и $d = 2F$, а искомая величина $L_{\min} = 4F$. Верный ответ — 4.

Ответ: 4.

538. Изображение в рассеивающей линзе всегда мнимое, уменьшенное, не перевернутое.

Ответ: 3.

580. Если предмет находится ближе фокуса к собирающей линзе, то изображение будет мнимое, увеличенное, прямое. Причём чем ближе предмет к

линзе, тем ближе к линзе и его изображение. Следовательно, для рассматриваемого случая расстояние и увеличение будут уменьшаться.

Ответ: 22.

591. Коэффициент трансформации определяется по формуле

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

Так как N_2 уменьшается при замене вторичной катушки, то коэффициент трансформации увеличивается. Так как мощности в первичной и вторичной обмотке примерно одинаковы, то

$$I_1 U_1 = I_2 U_2,$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Так как U_2 также уменьшается, то сила тока во вторичной обмотке увеличивается.

Ответ: 11.

601. Длина волны зелёного света меньше, чем красного, поэтому по формуле дифракционной решётки

$$d \sin \varphi = k \lambda$$

уменьшится угол отклонения лучей и, следовательно, расстояние между спектрами.

Ответ: 22.

609. Единицей измерения магнитного потока является вебер, индуктивности — генри.

Ответ: 32.

623. Циклическая частота колебаний определяется по формуле

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

Период колебаний по формуле Томсона

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

По закону сохранения энергии

$$\frac{Q_{\max}^2}{2C} = \frac{LI_{\max}^2}{2}, \quad \sqrt{LC} = \frac{Q}{I},$$

$$\omega = \frac{I}{Q}.$$

Максимальная энергия магнитного поля катушки по закону сохранения энергии равна максимальной энергии электрического поля конденсатора:

$$\frac{Q_{\max}^2}{2C} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

Ответ: 13.

640. В нейтральном атоме заряженными частицами являются протоны и электроны, их количество одинаково и равно удвоенному порядковому номеру элемента.

Ответ: 148.

644. $A = Z + N$ — массовое число ядра химического элемента (Z — число протонов в ядре, N — число нейтронов в ядре).

$A = 133$, $Z = 55$ — по условию.

Тогда

$N = A - Z = 133 - 55 = 78$ — число нейтронов в ядре цезия.

$N - Z = 78 - 55 = 23$ — превышение числа нейтронов над числом протонов в ядре цезия.

Ответ: 23.

646. При испускании γ -кванта массовое и зарядовые числа не изменяются.

Ответ: 4.

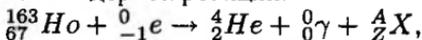
649. При β -распаде зарядовое число увеличивается на 1.

Ответ: 2.

650. При β -распаде массовое число не изменяется, а при α -распаде оно уменьшается на 4.

Ответ: 1.

651. Запишем уравнение ядерной реакции:



где ${}_Z^AX$ — символ неизвестного ядра — продукта ядерной реакции.

Воспользуемся законами сохранения массового и зарядового чисел:

$$163 = 4 + A; \quad 67 - 1 = 2 + Z.$$

Отсюда $A = 159$ — массовое число неизвестного ядра; $Z = 64$ — зарядовое число неизвестного ядра.

По таблице Д.И. Менделеева находим, что неизвестное ядро — ядро гадолиния (${}_{64}^{159}\text{Gd}$).

Ответ: 3.

654. В результате каждого α -распада зарядовое число Z (количество протонов) уменьшается на 2, а массовое — на 4. В результате каждого

β -распада зарядовое число увеличивается на 1. Следовательно, после 6 α -распадов и 3 β -распадов

$$A = 92 - 6 \cdot 2 + 1 \cdot 3 = 83,$$

$$Z = 236 - 6 \cdot 4 = 212.$$

Это соответствует первому варианту ответа.

Ответ: 1.

655. Массовое число A уменьшается на 32, из чего следует, что это ядро претерпело 8 α -распадов. При каждом таком α -распаде зарядовое число Z уменьшается на 2, следовательно, при 8 α -распадах оно уменьшится на $8 \cdot 2 = 16$. Но зарядовое число уменьшилось на 12, значит, произошло 4 β -распада, каждый из которых увеличил Z на единицу.

Ответ: 3.

656. В результате каждого α -распада зарядовое число Z уменьшается на 2, а массовое — на 4.

Массовое число A уменьшается на 36, из чего следует, что это ядро претерпело 9 α -распадов. При каждом таком α -распаде зарядовое число Z уменьшается на 2, следовательно, при 9 α -распадах оно уменьшится на $9 \cdot 2 = 18$. Но зарядовое число уменьшилось на 8, значит, произошло 10 β -распадов, каждый из которых увеличил Z на единицу.

Ответ: 4.

660. Согласно законам сохранения зарядового и массового чисел

$$13 + Z = 11 + 2,$$

$$27 + A = 24 + 4,$$

откуда $Z = 0$, $A = 1$.

Ответ: нейтрон.

669. Согласно законам сохранения массового и зарядового чисел

$$\begin{cases} 7 + 1 = Z, \\ 14 + 1 = A, \end{cases}$$

откуда $A = 15$, $Z = 8$.

Ответ: 1.

674. По закону сохранения зарядового и массового числа в ядерных реакциях

$$Z = 5 - 3 = 2,$$

$$A = 10 + 1 - 7 = 4.$$

Частицей с такими значениями A и Z является ${}^4_2\text{He}$.

Ответ: ${}^4_2\text{He}$.

681. Атом будет поглощать энергию, если переход осуществляется с уровня с меньшей энергией на уровень с большей энергией. При этом энергия поглощённого фотона

$$E = h\nu.$$

То есть фотон наибольшей частоты будет обладать и наибольшей энергией.

Ответ: 2.

682. При переходе с третьей орбиты на вторую выделяется квант с энергией

$$E = E_3 - E_2 = -13,6 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right) \text{эВ} = 1,9 \text{эВ}.$$

Ответ: 1,9 эВ.

683. Так как в модели Бора

$$E_n \sim \frac{1}{n^2}, \quad \frac{E_4}{E_8} = 4.$$

Ответ: 4.

686. За сутки проходит $\frac{24}{8} = 3$ периода полураспада. Масса оставшегося

вещества $\frac{60}{2^3} = 7,5$ г. То есть распадётся $60 - 7,5 = 52,5$ г.

Ответ: 52,5.

692. В процессе радиоактивного распада количество оставшихся в момент времени t ядер можно вычислить по формуле

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N_0 — первоначальное количество радиоактивных ядер, T — период полураспада. По условию задачи $N = 0,25N_0$.

Отсюда

$$t = -T \cdot \log_2 \frac{N}{N_0} = -5,75 \cdot \log_2 \frac{1}{4} = 11,5 \text{ лет}.$$

Ответ: 11,5.

694. Энергия фотона определяется выражением

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

Отсюда следует

$$\lambda = \frac{hc}{E} = 1 \text{ мкм}.$$

Ответ: 1.

698. По формуле Планка

$$E = h\nu.$$

Считаем

$$E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 3,31 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: $3,31 \cdot 10^{-19}$.

700. Согласно формуле Планка

$$E = h\nu$$

или

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

$$\text{Тогда } E = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,1 \text{ эВ.}$$

Ответ: 2,1.

701. По формуле Планка

$$E = h\nu,$$

где $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$. Тогда

$$E = \frac{h\omega}{2\pi}.$$

Считаем

$$E = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3,14 \cdot 10^{15}}{2 \cdot 3,14} = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,1 \text{ эВ.}$$

Ответ: 2,1.

704. Согласно формуле Эйнштейна

$$E_0 = mc^2,$$

тогда

$$E_0 = 3,7 \cdot 10^{-36} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)} \approx 2 \text{ (эВ).}$$

Ответ: 2.

706. Энергия одного фотона

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

Здесь h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме. Чтобы подсчитать число фотонов, необходимо энергию, испущенную за минуту, поделить на энергию одного фотона:

$$N = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{10^{-6} \cdot 60 \cdot 5 \cdot 10^7}{6,67 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,5 \cdot 10^{14}.$$

Ответ: $1,5 \cdot 10^{14}$.

707. Импульс фотона определяется по формуле

$$p = \frac{h}{\lambda}.$$

Поэтому отношение импульсов равно обратному отношению длин волн: 2.

Ответ: 2.

709. Масса фотона определяется по формуле

$$m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda}.$$

Поэтому отношение масс равно обратному отношению длин волн: 2.

Ответ: 2.

711. Импульс фотона может быть найден по формуле

$$p = \frac{h}{\lambda}.$$

Следовательно, импульс фотона обратно пропорционален длине волны

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{500}{200} = 2,5.$$

Ответ: 2,5.

717. А) Частота волны де Бройля $\nu = \frac{E}{h} = \frac{mv^2}{h}$, график — парабола 4.

Б) Длина волны де Бройля $\lambda = \frac{h}{p}$, график — гипербола 2.

Ответ: 42.

718. Длина волны де Бройля $\lambda = \frac{h}{mv}$. Следовательно, при увеличении скорости движения частицы её длина волны уменьшится.

Кинетическая энергия $E_k = mv^2$. При увеличении скорости движения частицы её энергия увеличится.

Ответ: 21.

731. Частотная красная граница фотоэффекта определяется по формуле

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}.$$

С увеличением работы выхода частотная красная граница возрастает. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_k,$$

$$E_k = h\nu - A_{\text{вых}}.$$

С увеличением работы выхода максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшается.

Ответ: 12.

745. По закону радиоактивного распада число нераспавшихся ядер

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Количество распавшихся ядер равно разности первоначального числа и числа оставшихся ядер:

$$N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Ответ: 43.

808. Анализируя табличные данные, видим, что ближе всего к Солнцу располагается Меркурий, потом идёт Венера, Земля — третья, а дальше всего Марс. Сравнивая периоды вращения планет, делаем вывод, что период вращения Меркурия в 59 раз больше, чем период вращения Земли (учли, что 24 ч = 1 сут.)

Ответ: 14.

813. 1. Температура на поверхности Солнца примерно 6000 К, а из таблицы видно, что температура Антареса — 4000 К. Следовательно, первое утверждение ошибочно.

2. Светимость, температура и размеры звезды Сириус В свидетельствуют о том, что эта звезда находится в нижнем левом углу диаграммы Герцшпрунга — Рассела и является белым карликом. Утверждение 2 правдиво.

3. Звезда Сириус А имеет небольшую светимость и размеры, сравнимые с размером Солнца. Из этого следует, что она относится к главной последовательности звёзд. Следовательно, третье утверждение ошибочно.

4. Средняя плотность равна отношению массы звезды к её объёму

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}.$$

$$\frac{\rho_a}{\rho_p} = \frac{M_a}{R_a^3} \cdot \frac{R_p^3}{M_p} = \frac{10 \cdot 75^3}{880^3 \cdot 18} \approx 10^{-4}.$$

Следовательно, плотности звёзд Антарес и Ригель различаются более чем в 1000 раз. Утверждение 4 ошибочно.

Этот вывод можно было сделать и без вычислений, просто учтя, что масса Антареса меньше массы Ригеля, а радиус при этом в 10 раз больше. Следовательно, плотности этих звёзд различаются во много раз.

5. По таблице с характеристиками спектральных классов видно, что температура 8000 К соответствует белым звёздам и спектральному классу А. Утверждение 5 правдиво.

Ответ: 25.

816. 1. Если звезда имеет радиус во много раз меньше солнечного, а температуру поверхности — больше, то из диаграммы Герцшпрунга — Рассела следует, что эта звезда — белый карлик. Утверждение 1 верно.

2. Из диаграммы видно, что некоторые звёзды-сверхгиганты и гиганты имеют близкую температуру. Утверждение 2 ошибочно.

3. Температура поверхности звёзд спектрального класса К примерно 4000 К, а спектрального класса А — 9000 К. Следовательно, утверждение 3 неверно.

4. Из диаграммы Герцшпрунга — Рассела следует, что температура 7000 К соответствует спектральному классу F. Утверждение 4 верно.

5. Звёзды-сверхгиганты имеют очень большой радиус и маленькую среднюю плотность. Утверждение 5 ошибочно.

Ответ: 14.

824. 1. Угловая скорость обратно пропорциональна периоду вращения. Следовательно, самая большая угловая скорость соответствует наименьшему периоду обращения. Это Ио, а не Титан. Утверждение 1 ошибочно.

2. Из таблицы видно, что орбита Ио расположена гораздо ближе к Юпитеру, чем орбита Ганимеда. Второе утверждение ошибочно.

3. Период обращения Титании — $T_1 = 8,7$ сут.

Период обращения Оберона — $T_2 = 13,5$ сут.

Отсюда $2 \cdot T_2 > 3 \cdot T_1$. Следовательно, третье утверждение правильное.

4. Самый маленький спутник должен иметь наименьший радиус. По таблице видно, что для Юпитера — это спутник Европа. Утверждение 4 верно.

5. Частота обращения обратно пропорциональна периоду. Период обращения вокруг Сатурна у Япета больше, чем у Титана. Следовательно, частота его вращения меньше. Утверждение 5 ошибочно.

Ответ: 34.

832. В данной задаче важно, что начальная скорость груза направлена горизонтально, тогда время падения груза зависит только от высоты:

$$h = \frac{gt^2}{2} = 80 \text{ м.}$$

Ответ: 80.

833. Найдём ускорение автомобиля. Скорость автомобиля в конечный момент времени равна нулю, поэтому

$$v_0 - at = 0,$$

откуда

$$a = \frac{v_0}{t},$$

$$a = \frac{60 \cdot \frac{1000}{3600}}{2} = 8,3 \text{ м/с}^2.$$

Тормозной путь

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2},$$

$$S = 60 \cdot \frac{1000}{3600} \cdot 2 - \frac{8,3 \cdot 2^2}{2} \approx 17 \text{ м.}$$

Ответ: 17.

834. Сделаем рисунок и расставим силы, действующие на мальчика (см. рис. 391). По третьему закону Ньютона

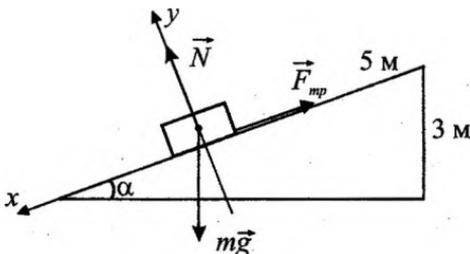


Рис. 391

$$\vec{P} = -\vec{N},$$

$$P = N.$$

По второму закону Ньютона в проекциях на ось Oy

$$N - mg \cos \alpha = 0.$$

Тогда

$$N = mg \cos \alpha,$$

$$P = mg \cos \alpha.$$

Так как $\cos \alpha = \frac{\sqrt{5^2 - 3^2}}{5} = \frac{4}{5}$, то

$$P = 30 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 240 \text{ Н.}$$

Ответ: 240.

836. Результат не зависит от направления начальной скорости тела. По закону сохранения энергии

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2},$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{25 + 2 \cdot 10 \cdot 5} = 11,2 \text{ м/с.}$$

Ответ: 11,2.

837. Запишем, как меняются координаты тела во время полёта (см. рис. 392):

$$x = Vt,$$

$$y = h - \frac{gt^2}{2}.$$

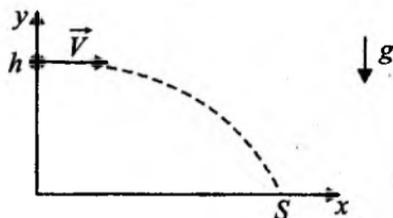


Рис. 392

Найдём время, за которое тело упадёт на землю: $\frac{gt^2}{2} = h$, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

За это время вдоль горизонтальной оси тело улетит на расстояние

$$S = Vt = V\sqrt{\frac{2h}{g}},$$

$$S = 10 \cdot \sqrt{\frac{90}{10}} = 30 \text{ м.}$$

Ответ: 30.

838. Из условия равенства кинетической и потенциальной энергии

$$mgh_1 = \frac{mV_1^2}{2}.$$

Из закона сохранения энергии

$$mgh_0 = mgh_1 + \frac{mV_1^2}{2},$$

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2} = 19,6 \text{ м.}$$

Ответ: 19,6.

839. По закону сохранения импульса

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

в проекциях на направление движения гранаты

$$mv = -\frac{m}{2}v_1 + \frac{m}{2}v_2,$$

откуда

$$\begin{aligned}v_2 &= 2v + v_1, \\v_2 &= 2 \cdot 20 + 200 = 240 \text{ м/с.}\end{aligned}$$

Ответ: 240.

842. Воспользуемся законом сохранения энергии

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{сопр}},$$

откуда

$$A_{\text{сопр}} = mgh - \frac{mv^2}{2} = m\left(gh - \frac{v^2}{2}\right).$$

Считаем

$$A_{\text{сопр}} = 0,3\left(1,5 \cdot 10 - \frac{16}{2}\right) = 2,1 \text{ Дж.}$$

Ответ: 2,1.

843. Закон сохранения импульса для лодки, получившей мешок,

$$\begin{aligned}Mv - mv &= (M + m)v', \\v' &= \frac{Mv - mv}{M + m} = 6 \text{ м/с.}\end{aligned}$$

Ответ: 6.

844. Работа, затраченная на подъём груза

$$A = mgh,$$

тогда мощность двигателя подъёмника

$$P = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t}.$$

Считаем

$$P = \frac{50 \cdot 10 \cdot 15}{10} = 750 \text{ Вт.}$$

Ответ: 750.

847. На высоте h кинетическая энергия тела равна потенциальной:

$$mgh = \frac{mV^2}{2}.$$

Известно, что на высоте $h_1 = 10$ м скорость тела $V_1 = 8$ м/с. Из закона сохранения энергии можно записать

$$\frac{mV_1^2}{2} + mgh_1 = 2mgh_0,$$

$$h = \left(\frac{V_1^2}{2} + gh_1 \right) \frac{1}{2g},$$

$$h = \left(\frac{64}{2} + 100 \right) \frac{1}{20} = 6,6 \text{ м.}$$

Ответ: 6,6.

848. КПД двигателя можно найти по формуле

$$\eta = \frac{A}{P} = \frac{FV}{P},$$

где P — мощность механизма, F — сила сопротивления движению.

Найдём отсюда силу F , учитывая, что скорость $V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$.

$$F = \frac{\eta \cdot P}{V} = \frac{0,04 \cdot 300 \cdot 10^3}{10} = 12 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Ответ: 12.

849. Относительно точки O (см. рис. 393) момент силы тяжести

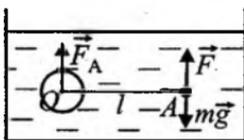


Рис. 393

$$M = mgl = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1 = 0,01 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Если к шару приложить силу $F = mg$, то шарик не тонет, однако момент силы Архимеда относительно точки A будет поворачивать систему, этот момент

$$M_1 = \rho g V l = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 1 = 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Такой момент и нужно приложить к системе.

Ответ: 0,01.

850. До соударения полная кинетическая энергия двух тел

$$E_0 = 2 \frac{mv^2}{2}.$$

Выберем ось x , как показано на рис. 394, и используем закон сохранения импульса:

$$2mv \cos \alpha = 2mv_1,$$

где v_1 — скорость движения тел после соударения.

Отсюда $v_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v$, так что кинетическая энергия тел $E_1 = \frac{mv^2}{2}$; следовательно,

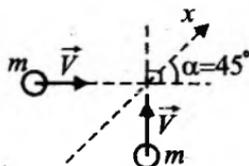


Рис. 394

$$\Delta E = Q = E_0 - E_1 = \frac{1}{2}mv^2,$$

а отношение $\frac{Q}{E_0} = 0,5$.

Ответ: 0,5.

853. Пусть ось Ox направлена в сторону движения тел, её начало совместим с остановкой. Отсчёт времени будем вести с момента начала движения мотоциклиста.

Тогда

$x_1 = V(t + \tau)$ — зависимость от времени координаты грузовика,

$x_2 = \frac{at^2}{2}$ — зависимость от времени координаты мотоциклиста.

В момент, когда мотоциклист догонит грузовик, координаты обоих тел примут одинаковое значение: $x_1 = x_2 = S = 150$ м — по условию.

Отсюда

$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2S}{a}$; $t = \sqrt{2Sa}$ — время движения мотоциклиста до встречи с грузовиком.

$$S = V(t + \tau) \Rightarrow t + \tau = \frac{S}{V};$$

$$\tau = \frac{S}{V} - t = \frac{S}{V} - \sqrt{\frac{2S}{a}} = \frac{150 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} - \sqrt{\frac{2 \cdot 150 \text{ м}}{3 \text{ м/с}^2}} = 5 \text{ с.}$$

Ответ: 5.

854. Работа любой потенциальной силы (в частности, силы упругости) совершается за счёт убыли потенциальной энергии:

$$A = -\Delta W_p = W_{p1} - W_{p2},$$

где $W_{p1} = \frac{kx_1^2}{2}$ — потенциальная энергия упругой деформации пружины

в начальном состоянии, $W_{p2} = \frac{kx_2^2}{2}$ — потенциальная энергия упругой деформации пружины в конечном состоянии.

Определим (исходя из закона Гука) жёсткость пружины. Для этого возьмём, допустим, точку с координатами $x = 20$ мм, $F_x = -1$ Н (см. рис. 335).

Тогда

$$F_x = -kx; \quad k = -\frac{F_x}{x} = -\frac{-1 \text{ Н}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м} \text{ — жёсткость пружины.}$$

Рассмотрим участок движения 2–1.

$x_1 = -30$ мм — деформация пружины в начальном состоянии 2;

$x_2 = 30$ мм — деформация пружины в конечном состоянии 1.

$$A_{2,1} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k}{2}(x_1^2 - x_2^2) = 0 \text{ — работа силы упругости на участке } 2 - 1 (x_1^2 = x_2^2).$$

Рассмотрим участок движения 1–0.

$x_1 = 30$ мм — деформация пружины в начальном состоянии 1;

$x_2 = 0$ — деформация пружины в конечном состоянии 0.

Работа силы упругости на участке 1–0

$$A_{10} = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{50 \text{ Н/м}(0,03 \text{ м})^2}{2} = 0,0225 \text{ Дж.}$$

Итак, работа на всём участке движения 2–1–0 равна работе на участке 1–0 и составляет 0,0225 Дж.

Ответ: 0,0225.

857. Работа силы трения

$$A_{\text{тр}} = \frac{mv^2}{2} - mgh = \frac{5 \cdot 100}{2} - 5 \cdot 10 \cdot 4,8 = -10 \text{ Дж.}$$

Ответ: -10.

858. Запишем закон сохранения энергии $mgh = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{сопр}}$, откуда

$$v = \sqrt{2\left(gh - \frac{A_{\text{сопр}}}{m}\right)} = \sqrt{2\left(10 \cdot 6 - \frac{100}{10}\right)} = 10 \text{ м/с.}$$

Импульс $p = mv = 100$ кг·м/с.

Ответ: 100.

861. Применим уравнение Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A}.$$

Соотношение молекул азота в 1-м и 2-м случае

$$\frac{N}{N_1} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = 1,25.$$

Ответ: 1,25.

862. Минимальная температура соответствует минимальным значениям давления и объёма: точка D . По уравнению Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \nu RT, \quad T = \frac{pV}{\nu R}.$$

Переводя в СИ: $100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$, $2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ — и подставляя численные значения в формулу, получаем: $T = 241 \text{ К}$.

Ответ: 241.

863. Средняя кинетическая энергия молекул пропорциональна абсолютной температуре $W = \frac{3}{2}kT$. $W_1 = \frac{3}{2}k \cdot 298 \text{ К}$, $W_2 = \frac{3}{2}k \cdot 323 \text{ К}$.

$$\alpha = \frac{W_2 - W_1}{W_1} = 8,4\%.$$

Ответ: 8,4.

868. Объём кабинета $V = 81 \text{ м}^3$. Из уравнения состояния

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow m = \frac{\mu pV}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 81}{8,31 \cdot 290} = 97,5 \text{ кг}.$$

Ответ: 97,5.

869. Средняя кинетическая энергия молекул кислорода

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT = \frac{mv^2}{2},$$

$$T = \frac{mv^2}{3k}.$$

Масса молекулы кислорода

$$m_0 = \frac{M}{N_A},$$

$$T = \frac{Mv^2}{3R}.$$

Подставляя численные значения, получаем: $T = 334 \text{ К} = 61 \text{ }^\circ\text{С}$.

Ответ: 61.

873. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для этих двух газов:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT \quad (\text{для азота } M_1 = 28 \text{ г/моль});$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT. \quad (\text{для углекислого газа } M_2 = 44 \text{ г/моль}).$$

Учтём, что по закону Дальтона $p = p_1 + p_2$.

$$p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right).$$

Плотность смеси найдём как отношение её массы к занимаемому объёму:

$$V = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right),$$

$$\rho = \frac{p(m_1 + m_2)}{RT \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)},$$

$$\rho = \frac{10^5 \cdot 0,03}{8,31 \cdot 300 \left(\frac{10}{28} + \frac{20}{44} \right)} = 1,482 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 1,482.

874. Работу, совершённую этой тепловой машиной, можно найти как произведение коэффициента полезного действия на переданное тепло:

$$A = \eta Q = Q \frac{T_H - T_X}{T_H}.$$

Работа, совершённая за одну секунду, и есть мощность, следовательно,

$$P = Q_0 \frac{T_H - T_X}{T_H} = 800 \cdot \frac{100}{400} = 200 \text{ Вт}.$$

Ответ: 200.

879. Запишем уравнение теплового баланса:

$$m_K C_K (t_y - t_0) + m_B C_B (t_y - t_0) = m_r C_r (t_1 - t_y),$$

где m_K, C_K — масса и удельная теплоёмкость калориметра, m_B, C_B — масса и удельная теплоёмкость воды, m_r, C_r — масса и удельная теплоёмкость гири, t_0 — начальная температура воды и калориметра, t_1 — начальная температура гири, t_y — установившаяся температура.

$$m_r = \frac{(t_y - t_0)(m_K C_K + m_B C_B)}{C_r (t_1 - t_y)} = \frac{3,2 \cdot 878}{130 \cdot 71,8} = 301 \text{ г}.$$

Ответ: 301.

883. Так как $V = const$, то при получении теплоты газ не совершает работы, тогда из первого начала термодинамики

$$Q = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T,$$

а $m = \rho V$, $\mu_{\text{He}} = 2$ г/моль.

Вычисляя, находим $Q = 249$ Дж.

Ответ: 249.

884. Полагая оба газа идеальными, из закона Дальтона о давлении смеси идеальных газов находим давление водорода после перекачки его в сосуд с O_2 :

$$p'_1 = p - p_2,$$

где p — давление смеси.

Поскольку температура неизменна, то p_1 — давление водорода в 1-м сосуде — можно найти, записывая $p_1 V_1 = p'_1 V_2$.

Отсюда $p_1 V_1 = (p - p_2) \frac{1}{3} V_1$, так что

$$p_1 = \frac{58 - 13}{3} = 15 \text{ Па.}$$

Ответ: 15.

891. Давление идеального газа можно найти по формуле

$$p = \frac{1}{3} \rho V^2,$$

где ρ — плотность газа, V — средняя квадратичная скорость молекул.

Подставим численные значения:

$$p = \frac{1}{3} \cdot (200)^2 \cdot 1,5 = 20 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ответ: 20.

896. Так как конденсатор отсоединили от источника тока, заряд его пластин ($q = CU$) останется неизменным:

$$C_1 U_1 = C_2 U_2,$$

$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ — ёмкость конденсатора без диэлектрика,

$U_1 = 200$ В — первоначальная разность потенциалов,

$C_2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{a}$ — ёмкость конденсатора, между обкладками которого поместили диэлектрик проницаемостью ε .

$$C_2 = \varepsilon C_1.$$

Следовательно, $U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1 = \frac{200}{4} = 50$ В.

Ответ: 50.

900. Запишем формулу тонкой линзы: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D$; $\frac{1}{0,2} + \frac{1}{d} = 4$; $d = -1$ м.

Линейное увеличение $\Gamma = \left| \frac{d}{f} \right| = 5$.

Ответ: 5.

901. По закону электромагнитной индукции

$$\mathcal{E}_i = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\Phi = \mathcal{E}_i \frac{\Delta t}{N}.$$

Подставляя численные значения, получаем: $\Delta\Phi = 0,006$ Вб = 6 мВб.

Ответ: 6.

903. Из формулы линзы

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

$$f = \frac{d}{Dd - 1} = \frac{2\text{м}}{4 - 1} = 0,67 \text{ м}.$$

Ответ: 0,67.

906. Из условия реализации главных максимумов

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

$$m_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{4,5\lambda}{\lambda} = 4,5.$$

Это означает, что максимальный порядок спектра равен 4. Имеются максимумы от 1-го до 4-го порядка и от -1-го до -4-го порядка, кроме этого имеется центральный максимум.

Ответ: 9.

907. Нарисуем чертёж и расставим силы, действующие на шарики (см. рис. 395). Шарики находятся в равновесии, следовательно, равнодействующая всех сил, действующих на каждый из них, равна нулю.

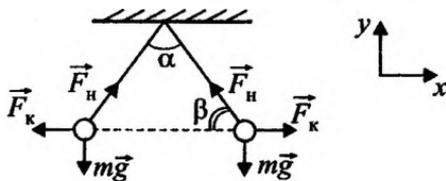


Рис. 395

В проекциях на ось Ox : $F_H \cos \beta = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

В проекциях на ось Oy : $F_H \sin \beta = mg$.

$$m = \frac{F_H \sin \beta}{g} = \frac{k q_1 q_2}{g r^2} \operatorname{tg} \beta.$$

Учтём, что $\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 60^\circ$, $\operatorname{tg} \beta = \sqrt{3}$, $r = 2l \cos \beta = l$.

$$m = \frac{k q_1 q_2}{4 \cos^2 \beta l^2 g} \operatorname{tg} \beta = 9 \cdot 10^9 \frac{1,44 \cdot 10^{-12}}{0,04 \cdot 10} \cdot \sqrt{3} = 0,056 \text{ кг} = 56 \text{ г}.$$

Ответ: 56.

910. В процессе электромагнитных колебаний в колебательном контуре сумма энергии магнитного поля катушки и энергии электрического поля конденсатора остаётся постоянной (закон сохранения энергии).

В начальный момент времени заряд на конденсаторе максимален, а ток в катушке индуктивности равен нулю.

Через четверть периода конденсатор разрядится, а магнитное поле катушки будет максимальным.

Ответ: 0.

911. Полагаем, проводники — шары радиусами R_1 и R_2 ; тогда на каждом из них до соединения заряд

$$q = \frac{\varphi_1 R_1}{k} = \frac{\varphi_2 R_2}{k},$$

откуда $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{R_2}{R_1}$.

Заряды на проводниках после соединения

$$q'_1 = \frac{\varphi R_1}{k}, \quad q'_2 = \frac{\varphi R_2}{k},$$

но $q'_1 + q'_2 = 2q$, поэтому $\varphi(R_1 + R_2) = 2\varphi_1 R_1$, так что

$$\varphi = \frac{2\varphi_1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} = \frac{2\varphi_1 R_2}{\varphi_1 + \varphi_2}.$$

Подставляя численные значения, находим: $\varphi = 30 \text{ В}$.

Ответ: 30.

915. Так как скорость света в среде $v = \frac{c}{n}$, то путь l (см. рис. 396) в пла-

стинке луч пройдёт за время t и $l = \frac{ct}{n}$.

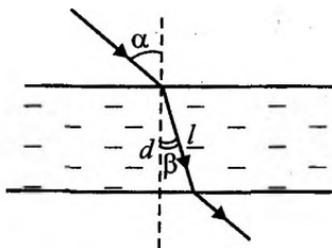


Рис. 396

Толщина пластинки $d = l \cos \beta$, а из закона преломления следует, что $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$, тогда $\cos \beta = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}$ и окончательно

$$d = \frac{ct \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n^2}.$$

Учитывая, что $\sin 30^\circ = 0,5$, и подставляя прочие численные значения, находим $d \approx 4,7$ мм.

Ответ: 4,7.

916. На электрон со стороны однородного электрического поля действует сила

$$F = eE,$$

где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл — модуль заряда электрона, $E = 1200$ В/м — напряжённость электрического поля.

В соответствии со II законом Ньютона электрон будет двигаться с ускорением

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m},$$

где $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг — масса электрона.

Тогда путь, пройденный электроном до остановки,

$$S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2 \frac{eE}{m}} = \frac{mV_0^2}{2eE};$$

$$S = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} (0,5 \cdot 10^7 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1200 \text{ В/м}} \approx 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 6 \text{ см}.$$

Ответ: 6.

918. Период обращения протона в магнитном поле

$$T = \frac{2\pi R}{v}.$$

Согласно второму закону Ньютона

$$qvB = \frac{mv^2}{R},$$

откуда

$$R = \frac{mv}{qB}.$$

Тогда

$$T = \frac{2\pi mv}{vqB} = \frac{2\pi m}{qB}.$$

Считаем

$$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1} = 6,6 \cdot 10^{-7} \text{ с} = 0,66 \text{ мкс.}$$

Ответ: 0,66.

919. Условие главных максимумов для дифракционной решётки

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

поэтому $\sin \varphi = \frac{m\lambda}{d} = \frac{\lambda}{d}$, тогда $\varphi = \arcsin \frac{\lambda}{d}$.

Считаем

$$\varphi = \arcsin \frac{500 \cdot 10^{-9}}{10^{-2} \cdot 10^{-3}} = 2,87^\circ.$$

Ответ: 2,87.

925. Работа электрического поля затрачивается на изменение кинетической энергии заряженной частицы:

$$q_1 U_1 = W_{k1}; \quad q_2 U_2 = W_{k2}.$$

$W_{k1} = W_{k2}$ — по условию.

Отсюда отношение зарядов частиц

$$q_1 U_1 = q_2 U_2; \quad \frac{q_2}{q_1} = \frac{U_1}{U_2} = 3.$$

Ответ: 3.

926. Запишем уравнение движения частицы по окружности в магнитном поле в виде

$$\frac{mV^2}{R} = qVB.$$

Отсюда следует

$$\frac{mV^2}{2R} = \frac{qVB}{2}.$$

Окончательно имеем

$$q = \frac{2E}{RVB} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Ответ: 1,6.

929. Расстояние от линзы до изображения найдём по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D; 10 + \frac{1}{d} = -2; d = -\frac{1}{12}.$$

$$\text{Увеличение } \Gamma = \left| \frac{d}{f} \right| = \frac{10}{12} = 0,83.$$

Ответ: 0,83.

930. По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F'}.$$

Оптическая сила линзы определяется по формуле

$$D = \frac{1}{F'}.$$

Увеличение линзы:

$$\Gamma = \frac{f}{d} = 5.$$

После преобразования формул получаем:

$$d = \frac{6}{5D} = 0,06 \text{ (м)}.$$

Ответ: 6.

931. Сделаем рис. 397.

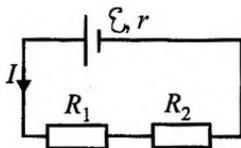


Рис. 397

Согласно закону Ома для полной цепи

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

где $R = R_1 + R_2$. Тогда $\mathcal{E} = I(r + R_1 + R_2)$.

Считаем

$$\mathcal{E} = 1 \cdot (1 + 2 + 2) = 5 \text{ В.}$$

Ответ: 5.

932. При движении в однородном магнитном поле на проводник действует сила Ампера

$$F_A = IlB,$$

где I — сила тока, l — длина проводника, B — индукция магнитного поля.

Работа, которую совершает сила Ампера, равна произведению силы Ампера на перемещение проводника:

$$A = F_A \cdot S \cdot \cos \alpha,$$

где α — угол между индукцией поля и направлением перемещения.

Так как по условию задачи проводник перемещается в направлении действия силы, то $\cos \alpha = 1$.

$$A = IlBS = 10 \cdot 0,05 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 1 \text{ мДж.}$$

Ответ: 1.

938. Работа выхода электрона из металла

$$A = h\nu_{\min}.$$

Длина волны $\lambda_{\max} = c \cdot T_{\max}$ или $\lambda_{\max} = \frac{c}{\nu_{\min}}$, тогда

$$A = \frac{hc}{\lambda_{\max}},$$

откуда

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{A}.$$

Считаем

$$\lambda_{\max} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,75 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 275 \text{ нм.}$$

Ответ: 275.

939. Из уравнения фотоэффекта

$$\begin{cases} k\nu = A + E_1, \\ 3h\nu = A + E_2 \end{cases} \Rightarrow E_2 = 2h\nu + E_1.$$

$$E_2 = 10,2 \text{ эВ.}$$

Ответ: 10,2.

940. Запишем уравнение фотоэффекта для первого и второго случаев:

$$\frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} = A_{\text{вых}},$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eU_3.$$

Подставляя первое равенство во второе и произведя элементарные преобразования, имеем:

$$\lambda = \frac{\lambda_{кр}hc}{hc + \lambda_{кр}eU_3} = \frac{2,6 \cdot 10^{-7} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 + 2,6 \cdot 10^{-7} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,7} = 1,18 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 118 \text{ нм.}$$

Ответ: 118.

943. Точка приближается к зеркалу со скоростью

$$v \cos 60^\circ = 0,1 \text{ м/с.}$$

Со своим изображением она сближается с вдвое большей скоростью.

Ответ: 0,2.

944. Фотоэлектрон уносит с собой кинетическую энергию, равную

$$E_k = E_\phi - A = 1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Кинетическая энергия электрона

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 5,93 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

Ответ: 593.

946. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + E_k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = h\nu - E_k = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} - 1,3 \cdot 10^{-19} = 2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: $2 \cdot 10^{-19}$.

948. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$E_\phi = A_{\text{вых}} + E_k, \quad E_{k1} = E_k - A_{\text{вых}}.$$

$$E_{k1} = 0,3 \text{ эВ.}$$

При увеличении энергии фотонов в 1,5 раза

$$E_{k1} = 2,7 \text{ эВ.}$$

Количество фотонов на кинетическую энергию фотоэлектронов не влияет. Энергия увеличится в 9 раз.

Ответ: 9.

951. По уравнению состояния $pV = \nu RT$. Зависимость T от p может быть

представлена как $T = \frac{V}{\nu R}p$. Зафиксируем давление (см. рис. 398).

На кривой 1 температура выше. При равенстве объёмов и давлений это может быть вызвано только тем, что $\nu_1 < \nu_2$. Следовательно, в первом сосуде масса газа меньше, чем во втором.

952. Чем меньше радиус шарика, тем больше силы упругости, действующие на его поверхность и направленные к центру. Поэтому и давление внутри маленького шарика больше.

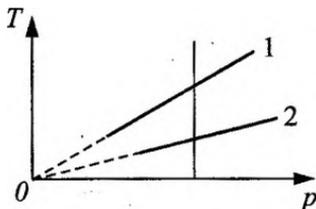


Рис. 398

954. Согласно первому началу термодинамики

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

Выясним, что происходит с внутренней энергией газа:

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

Запишем уравнение состояния идеального газа для начального и конечного состояний:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1, \quad p_2 V_2 = \nu R T_2,$$

откуда

$$\nu R \Delta T = p_2 V_2 - p_1 V_1,$$

тогда

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1).$$

Согласно рисунку $p_1 = p_2$, а $V_1 > V_2$, поэтому

$$\Delta U = \frac{3}{2}p_1(V_2 - V_1) < 0.$$

Так как в рассматриваемом процессе газ сжимается, то $A < 0$, поэтому $Q < 0$.

955. В холодильнике тепло отбирается у холодной камеры и передается нагревателю, расположенному на задней стенке холодильника. Самопроизвольно в таком направлении тепло передаваться не сможет. Для его передачи необходимо совершать работу. Эту работу совершает компрессор холодильника, извлекающий энергию из электрической цепи. Вот эта энергия и выделяется в комнате, нагревая её.

956. Если температуры и объёмы одинаковы, то в этих газах одинаковое число молекул. В сухом воздухе это молекулы воздуха (его средняя молярная масса 29 г/моль). Во влажном воздухе — молекулы водяного пара. Его молярная масса 18 г/моль. Следовательно, каждая молекула водяного пара имеет массу меньшую, чем «средняя» молекула воды. В итоге сухой воздух имеет большую массу.

963. 1) Все продукты в своём составе содержат воду.

2) Процесс высыхания связан с испарением воды.

3) При помещении продуктов в полиэтиленовые пакеты через некоторое время в пространстве пакета образуется насыщенный водяной пар благодаря испарению с продуктов.

4) После этого наступает динамическое равновесие между процессами испарения и конденсации, и влажность продуктов остаётся постоянной.

964. Геометрический смысл работы газа заключается в том, что на диаграмме (p, V) площадь под кривой есть работа, совершённая газом. Работа A_{12} , совершённая газом в процессе 1–2 (см. рис. 399):

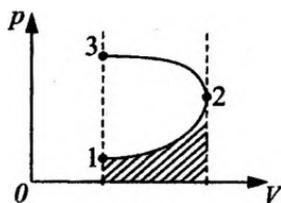


Рис. 399

Так как в процессе 1–2 происходит увеличение объёма, то работа $A_{12} > 0$. Работа $A_{23} < 0$, т. к. объём в процессе 2–3 уменьшается (см. рис. 400):

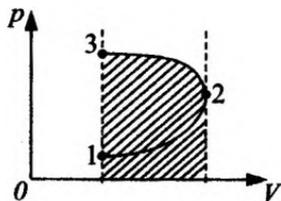


Рис. 400

Полная работа $A = A_{12} + A_{23} < 0$, т. к. $A_{12} < A_{23}$ (см. рис. 401):

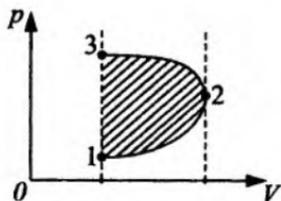


Рис. 401

965. Сила тяжести, действующая на кнопку, больше архимедовой силы, поэтому кнопка тонет. При аккуратном опускании её на поверхность воды плоской частью кнопка будет плавать, так как силу тяжести может скомпенсировать сила поверхностного натяжения молекул воды. Поэтому поверхность воды становится слегка искривлённой.

966. Удельная теплоёмкость железа меньше, чем у дерева, поэтому железо быстрее нагревается от тепла руки, забирая при этом у неё тепло и вызывая ощущение прохлады.

967. Объём газа увеличивается на всём процессе $1 \rightarrow 3$. Процесс $1 \rightarrow 2$ — изотермический, т. к. идёт передача тепла без изменения внутренней энергии. Следовательно, объём газа растёт. Процесс $2 \rightarrow 3$ адиабатный, т. к. тепло не подводится, а внутренняя энергия уменьшается. Это уменьшение энергии происходит за счёт расширения газа.

В полноценном ответе обязательно должны быть упомянуты процессы *изотермический, адиабатный*. Также необходимо описать изменения внутренней энергии и подводимого количества теплоты.

968. Теплопередача в жидкостях наиболее эффективно осуществляется путём конвекции. При нагревании она возникает под действием силы тяжести и силы Архимеда вследствие различий плотности холодной и тёплой воды. В соответствии с законом Архимеда менее плотная вода перемещается вверх, а более плотная — вниз. В указанном для нагрева интервале температур (от 1 до 4 °С) видим, что с повышением температуры плотность воды увеличивается. Для того чтобы работал механизм конвекции, необходимо нагреватель помещать сверху, как это сделал Тихон.

972. Под действием электрического поля эбонитовой палочки свободные электроны в лёгкой гильзе сместятся к одному её краю, и гильза притянется к палочке. Это явление называется электростатической индукцией.

973. Магнитное поле внутри катушки с переменным током тоже будет изменяться, поэтому благодаря явлению электромагнитной индукции внутри массивного медного стержня возникнут вихревые токи Фуко. Эти токи разогревают проводники.

974. Трамвай может запастись электрическую энергию, если он имеет аккумулятор. При торможении трамвая двигателем он работает как генератор и заряжает аккумулятор.

975. Сделаем рис. 402.

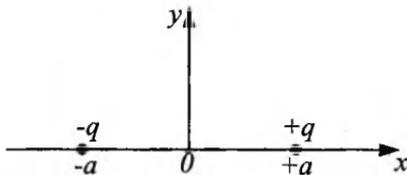


Рис. 402

Рассмотрим область $x < -a$ и изобразим напряжённости поля зарядов $+q$ и $-q$ в произвольной точке $A(x, 0)$ этой области (см. рис. 403).

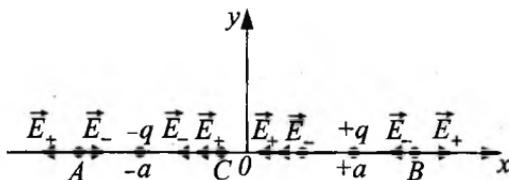


Рис. 403

В точке A $E_- > E_+$, следовательно, $\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$ будет сонаправлен с осью Ox . С ростом $|x|$ E_- будет гиперболически уменьшаться. При $x > a$ в точке $B(x, 0)$ $E_+ > E_-$, и $\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$ будет сонаправлен с осью Ox . С ростом x E_- гиперболически уменьшаться. В области $-a < x < a$ в точке C $\vec{E} = \vec{E}_- + \vec{E}_+$ будет противоположно направлен оси Ox . В точке D ситуация аналогична ситуации в точке C . В точке O величина проекции будет минимальна (см. рис. 404).

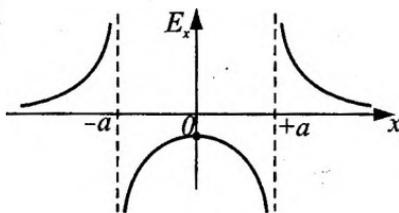


Рис. 404

976. На зажимах источника поддерживается неизменное напряжение $U = \mathcal{E} - I(R + r)$. Это следует из закона Ома для замкнутой цепи. Идеальный вольтметр имеет бесконечно большое сопротивление. Поэтому ток через реостат не течёт, а показания вольтметра (на нём всегда одно и то же

напряжение, т. к. сопротивление вольтметра много больше сопротивления реостата) равны U .

977. Скорость изменения силы тока в первичной обмотке будет неизменной. Этот ток создаёт линейно увеличивающийся во времени магнитный поток, который в свою очередь создаёт в витках вторичной обмотки постоянную ЭДС. Таким образом, напряжение между клеммами вторичной обмотки будет постоянным.

978. Амплитуда силы тока в контуре меняется по закону

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.$$

При уменьшении C ток уменьшается, если $\frac{1}{\omega C} > \omega L$, т. е. нагрузка носит ёмкостный характер.

979. $R_0 = \frac{R}{2}$ — общее сопротивление двух параллельно соединённых резисторов R до размыкания ключа.

Сила тока в цепи до размыкания ключа

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{R/2} = \frac{2\mathcal{E}}{R}.$$

После размыкания ключа общее сопротивление возрастёт в два раза:

$$R_0' = 2R_0 = R.$$

В соответствии с законом Ома для полной (замкнутой) цепи сила тока в ней начнёт уменьшаться. При этом в катушке появится ЭДС самоиндукции, препятствующая мгновенному уменьшению силы тока в цепи. Таким образом, сила тока в цепи после размыкания ключа будет плавно уменьшаться от значения $I_0 = \frac{2\mathcal{E}}{R}$ до значения

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0'} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{I_0}{2} = 3 \text{ А}.$$

980. Даже в отсутствие разности потенциалов между анодом и катодом некоторые электроны достигают анода и в цепи течёт ток. При малых напряжениях не все фотоэлектроны достигают анода. С увеличением разности потенциалов между анодом и катодом сила тока растёт. При некотором значении разности потенциалов ток достигает насыщения. Если изменить полярность батареи, то сила тока уменьшится и при некоторой разности потенциалов станет равной нулю. При увеличении светового потока увеличится количество вырываемых электронов за единицу времени, а значит,

увеличится и сила фототока насыщения, а также количество электронов, достигающих анода в единицу времени. Графики (см. рис. 405) для разных световых потоков будут иметь одну общую точку ($U_3, 0$), т. к. частота и начальная максимальная кинетическая энергия не изменятся.

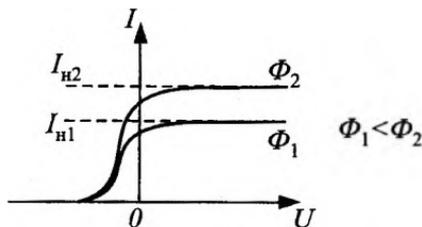
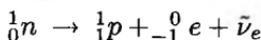


Рис. 405

981. При β -распаде радиоактивное ядро превращается в дочернее ядро с испусканием электрона. В процессе β -распада один из нейтронов превращается в протон:



и выделяется энергия распада

$$E_k = (m_n - m_p - m_e)c^2,$$

$$E_k = 0,783 \text{ МэВ}.$$

При превращении нейтрона в протон возникает ещё электронное антинейтрино, которое приобретает импульс и уносит часть энергии с собой. Распределение энергии распада между электроном и антинейтрино носит случайный характер. В редких случаях вся энергия передаётся электрону. Этот случай соответствует верхней границе $E_k = 0,783 \text{ МэВ}$ электронного спектра.

982. Запишем правило моментов относительно точки (см. рис. 406):

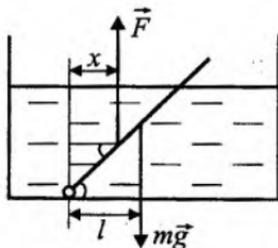


Рис. 406

$$Fx - mgl = 0,$$

где F — архимедова сила, точка приложения которой находится посередине подводной части палочки, mg — сила тяжести, точка приложения которой находится в средней части палочки.

$$x = \frac{3}{8}L \cos \alpha, \quad l = \frac{1}{2}L \cos \alpha —$$

плечи соответствующих сил с учётом того, что внутри жидкости находится $\frac{3}{4}$ части палочки. Архимедова сила определяется по формуле

$$F = \rho_{\text{жидк}} g V.$$

Масса палочки:

$$m = \rho g.$$

После математических преобразований получаем:

$$\frac{\rho}{\rho} = 1,78.$$

Ответ: 1,78.

983. По закону сохранения энергии для тяжёлого шара (см. рис. 407):

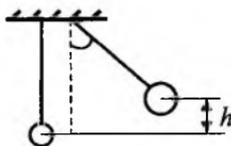


Рис. 407

$$3mgh = \frac{3mv^2}{2}, \quad h = L(1 - \cos \alpha).$$

По закону сохранения импульса:

$$3mv = (3m + m)v_{\text{общ}}.$$

По закону сохранения энергии для обоих шаров после удара:

$$\frac{4m v_{\text{общ}}^2}{2} = 4mgH, \quad H = L(1 - \cos \beta).$$

После совместного решения уравнений получаем

$$\cos \beta = \frac{23}{32} = 0,72.$$

Ответ: 0,72.

985. Введём систему координат, направив ось Ox горизонтально (см. рис. 408). Обозначим v_{1x} и v_{2x} — проекции скоростей бруса и клина на ось Ox .

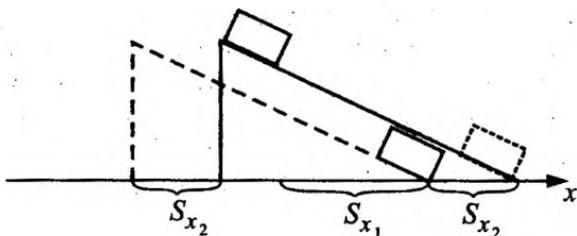


Рис. 408

Запишем закон сохранения импульса:

$$mv_{1x} + Mv_{2x} = 0 \Rightarrow \frac{v_{1x}}{v_{2x}} = -\frac{M}{m} = -6,$$

т. к. это соотношение справедливо для любого момента времени, то для перемещений клина и бруса можно записать $\frac{S_{x1}}{S_{x2}} = 6$, т. е. $S_{x1} = 6S_{x2}$.

Кроме того, $S_{x1} = L - l \cos \alpha - S_{x2}$, следовательно, $6S_{x2} = L - l \cos \alpha - S_{x2}$ и получаем ответ

$$S_{x2} = \frac{L - l \cos \alpha}{7} = \left(7 - \frac{10}{7} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 6 \text{ см.}$$

Ответ: 6 см.

986. 1) Проверим, оторвётся ли тело в верхней точке. Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgR + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gR.$$

Рассчитаем силу реакции в верхней точке. Второй закон Ньютона в проекции на ось Ox (см. рис. 409):

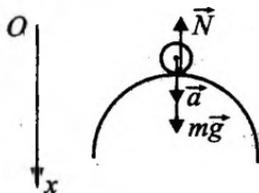


Рис. 409

$$mg - N = ma \Rightarrow \\ \Rightarrow N = m(g - a) = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right) = m\left(3g - \frac{v_0^2}{R}\right) = m\left(3 \cdot 9,8 - \frac{11,3^2}{5}\right) > 0.$$

Тело не отрывается в верхней точке.

2) Определим точку отрыва, в ней $N = 0$ (см. рис. 410). Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha \quad (*)$$

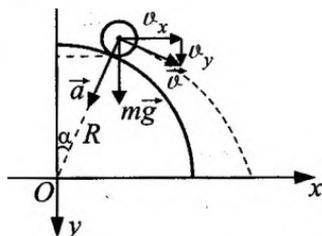


Рис. 410

Второй закон Ньютона для точки отрыва в проекции на R имеет вид.

$$mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow g \cos \alpha = \frac{v^2}{R},$$

подставив в (*), имеем:

$$v^2 = \frac{v_0^2}{3} = 42,56 \text{ м}^2/\text{с}^2; \quad \cos \alpha = \frac{v_0^2}{3gR} = 0,87; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,5.$$

3) В точке отрыва $x_0 = R \sin \alpha = 2,5 \text{ м}$; $h = R \cos \alpha = 4,35 \text{ м}$;
 $v_x = v \cos \alpha = 5,68 \text{ м/с}$; $v_y = v \sin \alpha = 3,26 \text{ м/с}$.

4) По оси Oy движение равноускоренное с ускорением g . Определим время падения. Для этого вначале найдём v_y в момент удара о землю:

$$h = \frac{V_y^2 - v_y^2}{2g} \Rightarrow V_y = \sqrt{2gh + v_y^2} = 9,79 \text{ м/с}.$$

$$\text{Время падения } t = \frac{V_y - v_y}{g} = 0,67 \text{ с}.$$

5) Через время t координата тела по оси X будет $x = x_0 + v_x t = 6,31 \text{ м}$.

6) Таким образом, расстояние от точки Б до точки падения равно $6,31 - 5 = 1,31 \text{ м}$.

Ответ: 1,31 м.

991. Под действием проекций сил на горизонтальное направление тело движется ускоренно: $F \cos \alpha - \mu N = ma$. Для определения N учтём, что сумма проекций сил на вертикальное направление равна нулю.

$$N - mg - F \sin \alpha = 0 \rightarrow N = mg + F \sin \alpha.$$

Ускорение тела $a = \frac{2S}{t^2}$. Таким образом,

$$F \cos \alpha - \mu(mg + F \sin \alpha) = m \frac{2S}{t^2}.$$

Это соотношение позволяет найти

$$\mu = \frac{F \cos \alpha - m \frac{2S}{t^2}}{mg + F \sin \alpha} = 0,73.$$

Ответ: 0,73.

992. В верхней точке траектории можно записать закон сохранения импульса:

$$mv_{\text{гор}} = \frac{m}{2} \cdot 2v_{\text{гор}} + \frac{m}{2}v'.$$

Отсюда $v' = 0$. Вторая половина тела не имеет горизонтальной компоненты скорости и будет падать вертикально вниз (горизонтальная скорость равна нулю).

Ответ: $v' = 0$, направлена вниз.

995. Воспользуемся законом сохранения проекции импульса на горизонтальную ось, т. к. платформа с орудием может двигаться только в горизонтальном направлении:

$$mv_0 \cos \alpha = Mv,$$

откуда $v = \frac{m}{M}v_0 \cos \alpha$.

По закону сохранения энергии

$$\frac{Mv^2}{2} = \mu MgS,$$

тогда $S = \frac{v^2}{2\mu g}$,

$$S = \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{2M^2 \mu g}.$$

Считаем

$$S = \frac{20^2 \cdot 200^2 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 2^2 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 10} = 1 \text{ м.}$$

Ответ: на 1 м.

996. Воспользуемся законом сохранения импульса

$$mv = Mu,$$

откуда

$$u = \frac{mv}{M}.$$

Кинетическая энергия пули

$$E_{k1} = \frac{mv^2}{2},$$

ящика

$$E_{k2} = \frac{Mu^2}{2} = \frac{M}{2} \cdot \frac{m^2v^2}{M^2} = \frac{m^2v^2}{2M}.$$

Доля переданной энергии

$$\epsilon = \frac{m^2v^2}{2M} \cdot \frac{2}{mv^2} = \frac{m}{M},$$

$$\epsilon = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{4} = 0,0025.$$

Ответ: 0,0025.

999. Материальная точка изменит направление движения тогда, когда скорость обратится в нуль. Скорость можно найти как площадь под графиком ускорения. Площадь треугольника (см. рис. 411), расположенного над осью абсцисс, будет положительна, а под осью абсцисс — отрицательна.

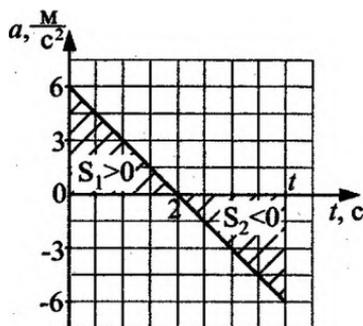


Рис. 411

Тогда

$$v = S_1 + S_2 = 0,$$

откуда $S_1 = -S_2$, а соответствующий момент времени $t = 4$ с.

Ответ: 4 с.

1000. Сделаем рис. 412. Сила сопротивления будет направлена противоположно векторной сумме силы тяги и ветра, т. к. она может только уменьшить скорость, а не изменить направление движения.

Тогда

$$a = \frac{F_1 - F_{\text{сопр}}}{m},$$

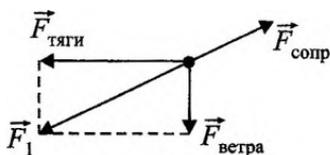


Рис. 412

по теореме Пифагора

$$F_1 = \sqrt{F_{\text{тяги}}^2 + F_{\text{ветра}}^2}$$

Считаем

$$a = \frac{\sqrt{1,5^2 \cdot 10^6 + 1^2 \cdot 10^6} - 0,5 \cdot 10^3}{10^3} = 1,3 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 1,3 м/с².

1005. T_1 и T_2 — силы натяжения нити маятника в нижнем и верхнем положениях соответственно (см. рис. 413). Уравнения динамики в нижней и верхней точках имеют вид

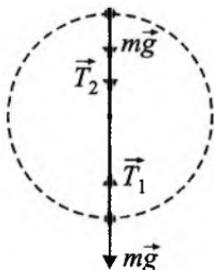


Рис. 413

$$\begin{cases} T_1 - mg = \frac{mv^2}{R}, \\ T_2 + mg = \frac{mv^2}{R}. \end{cases}$$

Вычитая из верхнего уравнения нижнее, получим $T_1 - T_2 - 2mg = 0$.

$$m = \frac{T_1 - T_2}{2g} = 0,5 \text{ кг.}$$

Ответ: 0,5 кг.

1006. Закон сохранения импульса позволяет найти скорость ящика с песком и пули после того, как пуля застревает в песке:

$$mv = (m + M)v',$$

v — скорость пули.

Кинетическая энергия ящика $E_{\text{кн}} = \frac{Mv'^2}{2}$, а начальная энергия пули $E_{\text{кп}} = \frac{mv^2}{2}$.

$$\alpha = \frac{mv^2 - (M+m)v'^2}{mv^2} = 0,9975.$$

Ответ: 0,9975.

1007. Обозначим x_1 — координату тела на оси Ox для точки, симметричной относительно вершины параболы, l — расстояние от точки x_1 до места падения груза. Тогда

$$S = l + x_1.$$

Можем записать $x_1 = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t_1$ при $x_0 = 0$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1,$$

здесь t_1 — время движения тела до точки x_1 .

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \text{ при } v_y = 0,$$

$$t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g},$$

здесь t_2 — время подъёма тела до максимальной высоты.

$$\text{Тогда } t_1 = 2t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}.$$

$$\text{Найдём } x_1 = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

$$x_1 = \frac{100 \cdot \sin 60^\circ}{10} = 8,7 \text{ (м)}.$$

Для определения l найдём время t_3 свободного падения с высоты:

$$h = \frac{gt_3^2}{2} \Rightarrow t_3 = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{10}} = 0,45 \text{ (с)}.$$

Теперь найдём l .

$$l = v_0 \cos \alpha \cdot t_3 = 10 \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,45 = 3,9 \text{ (м)}.$$

Окончательно

$$S = 8,7 + 3,9 = 12,6 \text{ м}.$$

Ответ: 12,6 м.

1008. Сделаем рис. 414.

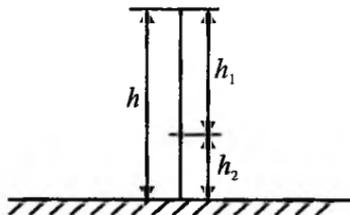


Рис. 414

Найдём время, затраченное телом на падение с высоты h . Так как движение происходит под действием силы тяжести, то

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

откуда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

тогда

$$h_2 = h - h_1,$$

где $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ — путь, пройденный за время $t_1 = t - t_2$. Получим

$$h_2 = h - \frac{g}{2} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} - t_2 \right)^2.$$

Считаем

$$h_2 = 20 - \frac{10}{2} \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} - 0,1 \right)^2 = 1,95 \text{ м.}$$

Ответ: 1,95 м.

1009. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для каждого сосуда по отдельности и после открытия крана:

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT_1,$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT_2,$$

$$p_1 (V_1 + V_2) = (\nu_1 + \nu_2) RT_{\text{общ}}.$$

После решения системы уравнений получаем:

$$T_{\text{общ}} = \frac{T_1 T_2 (V_1 + V_2)}{V_1 T_2 + V_2 T_1}.$$

Подставляя численные значения в формулу, получаем: $T_{\text{общ}} = 386 \text{ К}$.

Ответ: 386.

1010. Запишем уравнение теплообмена с учётом тепловых потерь:

$$0,8(Lm_{\text{пара}} + m_{\text{пара}}(100^\circ - 60^\circ)) = cm_{\text{воды}}(60^\circ - 20^\circ) + C_{\text{кал}}(60^\circ - 20^\circ),$$

$$m_{\text{воды}} = \frac{0,8(Lm + cm \cdot 40) - 40C_{\text{кал}}}{40c}.$$

Взяв из таблиц значения удельной теплоёмкости воды и удельной теплоты парообразования и подставляя значения в формулу, получаем:

$$m_{\text{воды}} = 0,452 \text{ кг} = 452 \text{ г}.$$

Ответ: 452.

1011. Изобразим заданный цикл в координатах pV (см. рис. 415).

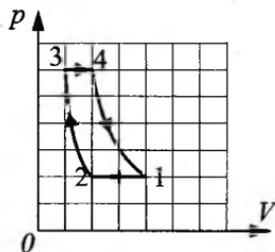


Рис. 415

Работа газа в координатах pV численно равна площади фигуры под заданным участком графика до оси V . В процессе 3–4 площадь занимает 6 клеток, в процессе 1–2 площадь занимает 4 клетки. Следовательно, отношение работ газа равно 1,5.

Ответ: 1,5.

1012. 1) Используя уравнение Менделеева — Клапейрона, найдём плотность насыщенного водяного пара при 25°C и 10°C :

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow p = \frac{\rho}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{pM}{RT}.$$

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \frac{p_{25^\circ\text{C}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} = \frac{3,17 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 298} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3.$$

$$\rho_{10^\circ\text{C}} = \frac{1,23 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 283} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3.$$

2) По относительной влажности при 25°C найдём парциальную плотность водяного пара в помещении: $\rho = \frac{\varphi}{100\%} \cdot \rho_{25^\circ\text{C}} = 19,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3.$

3) При понижении температуры влажность увеличивается до 100%, избыток водяного пара конденсируется таким образом, что его плотность остаётся равной плотности насыщенного пара.

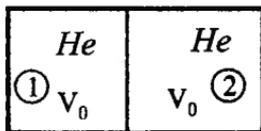
4) Масса пара, превратившаяся в жидкость,

$$\Delta m = (\rho - \rho_{10^\circ\text{C}})V = 10,15 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 507,5 \text{ г.}$$

Ответ: 507,5 г.

1013. 1) Найдём количество вещества в обеих частях сосуда (см. рис. 416):

$$\nu_1 = \frac{4 \text{ г}}{4 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}; \nu_2 = 4 \text{ моль.}$$



1 моль

4 моль

$m = 4 \text{ г}$

$m = 16 \text{ г}$

Рис. 416

2) Внутренняя энергия газа в первом объёме

$$U = \frac{3}{2} \nu RT.$$

Можно найти установившуюся температуру T_3 :

$$\frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2)RT_3 = \frac{3}{2}R(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2),$$

и получаем:

$$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{1 \cdot 300 + 4 \cdot 500}{5} = 460 \text{ К.}$$

3) Так как средняя энергия поступательного движения молекул газа

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2},$$

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0} = \frac{3kTN_A}{M} = \frac{3RT}{M} = \frac{3 \cdot 8,31}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 460 = 2,867 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

$$\sqrt{\bar{v}^2} \approx 1,7 \text{ км/с.}$$

Ответ: 1,7 км/с.

1018. Запишем уравнение состояния газа при температурах T и $3T$:

$$pV = \left(\frac{m_A}{\mu_A/2} + \frac{m_B}{\mu_B} \right) RT,$$

$$4pV = \left(\frac{m_A}{\mu_A/2} + \frac{m_B}{\mu_B/2} \right) R3T.$$

Поделим нижнее уравнение на верхнее:

$$4 = \frac{3\left(\frac{m_A}{\mu_A/2} + \frac{m_B}{\mu_B/2}\right)}{\left(\frac{m_A}{\mu_A/2} + \frac{m_B}{\mu_B}\right)}$$

Нас интересует $\alpha = \frac{m_B}{m_A}$. Поделим и числитель, и знаменатель уравнения почленно на m_A и домножим на $\mu_A \mu_B$:

$$\frac{4}{3} = \frac{2\mu_B + 2\alpha\mu_A}{2\mu_B + \alpha\mu_A}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} 8\mu_B + 4\alpha\mu_A &= 6\mu_B + 6\alpha\mu_A \\ \alpha &= \frac{3\mu_B - 4\mu_B}{2\mu_A - 3\mu_A} = \frac{\mu_B}{\mu_A} = \frac{1}{14} = 0,071. \end{aligned}$$

Ответ: 0,071.

1019. Уравнение теплового баланса имеет вид

$$m_2 c_{ж}(t_2 - t_3) = m_1 c_{в}(t_3 - t_1) + m_{п} c_{в}(100^\circ - t_3) + m_{п} r,$$

$$\begin{aligned} m_{п} &= \frac{m_2 c_{ж}(t_2 - t_3) - m_1 c_{в}(t_3 - t_1)}{c_{в}(100^\circ - t_3) + r} = \\ &= \frac{2 \cdot 460(500 - 24) - 10 \cdot 4200(24 - 20)}{4200(100 - 24) + 2,3 \cdot 10^6} = 0,103 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Ответ: 103 г.

1022. КПД цикла

$$\eta = \frac{A}{Q},$$

где работа определяется как площадь прямоугольника

$$A = (2p_1 - p_1)(3V_1 - V_1) = 2p_1 V_1.$$

Для нахождения затраченного количества теплоты нужно определить, в каких процессах газ получал теплоту. Для этого воспользуемся I законом термодинамики, формулой для внутренней энергии и уравнением состояния идеального газа:

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

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

$$pV = \nu RT.$$

Процесс 1-2: $\Delta U_{12} > 0, A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} > 0,$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(2p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1.$$

Процесс 2–3: $\Delta U_{23} > 0$, $A_{23} > 0 \Rightarrow Q_{23} > 0$,

$$Q_{23} = \frac{3}{2}(2p_1 \cdot 3V_1 - 2p_1 V_1) + 2p_1(3V_1 - V_1) = 10p_1 V_1.$$

Процесс 3–4: $\Delta U_{34} < 0$, $A_{34} = 0 \Rightarrow Q_{34} < 0$.

Процесс 4–1: $\Delta U_{41} < 0$, $A_{41} < 0 \Rightarrow Q_{41} < 0$.

Тогда

$$Q = Q_{12} + Q_{23},$$

$$Q = \frac{3}{2}p_1 V_1 + 10p_1 V_1 = \frac{23}{2}p_1 V_1.$$

Искомый КПД

$$\eta = \frac{2p_1 V_1}{\frac{23}{2}p_1 V_1} = \frac{4}{23},$$

или

$$\eta = 17\%.$$

Ответ: 17%.

1023. Время, за которое автомобиль расходует 8 л бензина,

$$t = \frac{S}{v},$$

а количество теплоты, выделяющееся при сгорании бензина за это время,

$$Q = mq,$$

$$Q = \rho V q.$$

КПД двигателя

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

тогда работа, совершаемая двигателем,

$$A = \eta Q = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \rho V q,$$

а мощность, развиваемая двигателем,

$$N = \frac{A}{t} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \frac{\rho V q v}{S}.$$

Считаем

$$N = \left(1 - \frac{373}{1173}\right) \frac{700 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 44 \cdot 10^6 \cdot \frac{60 \cdot 10^3}{3600}}{100 \cdot 10^3} = 28 \text{ кВт}.$$

Ответ: 28 кВт.

1026. Согласно первому закону термодинамики

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

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

Запишем уравнение состояния идеального газа для начального и конечного состояний:

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1, \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2, \end{aligned}$$

тогда

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1).$$

Работу, совершённую газом, можно найти как площадь под графиком процесса в координатах (V, p) . Сделаем рис. 417.

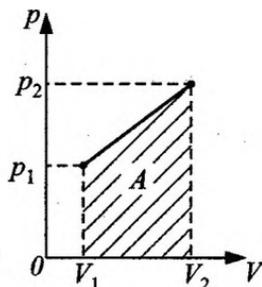


Рис. 417

Работа газа

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1).$$

Получаем

$$Q = \frac{3}{2}p_2 V_2 - \frac{3}{2}p_1 V_1 + \frac{1}{2}p_1 V_2 - \frac{1}{2}p_1 V_1 + \frac{1}{2}p_2 V_2 - \frac{1}{2}p_2 V_1,$$

$$Q = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2}(p_1 V_2 - p_2 V_1).$$

Считаем

$$Q = 2(0,5 \cdot 10^6 \cdot 5 - 0,2 \cdot 10^6 \cdot 2) + \frac{1}{2}(0,2 \cdot 10^6 \cdot 5 - 0,5 \cdot 10^6 \cdot 2) = 4,2 \text{ МДж.}$$

Ответ: 4,2 МДж.

1027. Так как отсутствует теплообмен с окружающей средой, то

$$U_1 + U_2 = U$$

или

$$\frac{i}{2}\nu_1 R T_1 + \frac{i}{2}\nu_2 R T_2 = \frac{i}{2}\nu R T,$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = (\nu_1 + \nu_2) T,$$

откуда

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}.$$

Согласно уравнению состояния идеального газа

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT_1,$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT_2,$$

тогда

$$\nu_1 = \frac{p_1 V_1}{RT_1},$$

$$\nu_2 = \frac{p_2 V_2}{RT_2}.$$

Поэтому

$$T = \frac{\frac{p_1 V_1}{R} + \frac{p_2 V_2}{R}}{\frac{p_1 V_1}{RT_1} + \frac{p_2 V_2}{RT_2}},$$

$$T = T_1 T_2 \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{p_1 V_1 T_2 + p_2 V_2 T_1}.$$

Считаем

$$T = 300 \cdot 293 \frac{100 \cdot 44 + 90 \cdot 33}{100 \cdot 44 \cdot 293 + 90 \cdot 33 \cdot 300} = 297 \text{ К}$$

или

$$t = 24 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ответ: 24 °С.

1028. Запишем первый закон термодинамики:

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

Изменение ΔU внутренней энергии неизолированной термодинамической системы равно разности между количеством теплоты Q , переданной системе, и работой A , совершённой системой над внешними телами. В нашем случае газ отдавал тепло, следовательно, Q будет отрицательным.

Для нахождения изменения температуры воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона

$$pV = \nu RT.$$

Учитывая, что по условию задачи $p = \frac{a^3}{V^3}$, получим

$$p \frac{a}{p^{\frac{1}{3}}} = \nu RT \Rightarrow ap^{\frac{2}{3}} = \nu RT.$$

Зная начальное и конечное давление, можно найти отношение температур:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{3}},$$

$$T_2 = \frac{1}{4}T_1 = 50 \text{ (К)}.$$

Следовательно, количество теплоты, которую газ отдал при расширении,

$$Q = |\Delta U + A| = \left| \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A \right| = \left| -\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 150 + 939,5 \right| = 2800 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 2,8 кДж.

1029. Переданное газу тепло пошло на изменение его внутренней энергии и на работу внешних сил:

$$Q = \Delta U + A \text{ (первый закон термодинамики).}$$

Изменение внутренней энергии найдём по формуле

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

Для нахождения изменения температуры воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона

$$pV = \nu RT.$$

Учитывая, что по условию задачи $p = \frac{a^3}{V^3}$, получим

$$p \frac{a}{p^3} = \nu RT \Rightarrow ap^{\frac{2}{3}} = \nu RT.$$

Зная начальное и конечное давление, можно найти отношение температур:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

$$T_2 = \frac{1}{4}T_1 = 100 \text{ (К)}.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = -\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 7479 \text{ (Дж)}.$$

Следовательно, работа, которую совершил газ при расширении,

$$A = Q - \Delta U = -1979 \text{ Дж} + 7479 \text{ Дж} = 5500 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 5,5 кДж.

1032. По закону Дальтона давление в сосуде будет равно сумме давлений водяного пара и кислорода.

$$p_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}}RT}{\mu_{\text{п}}V}, \quad p_{\text{к}} = \frac{m_{\text{к}}RT}{\mu_{\text{к}}V},$$

$$p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} + \frac{m_{\text{к}}}{\mu_{\text{к}}} \right) = \frac{8,3 \cdot 800}{2} \left(\frac{2,7}{18 \cdot 10^{-3}} + \frac{3,2}{32 \cdot 10^{-3}} \right) = 0,83 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Ответ: 0,83 МПа.

1033. Подсчитаем число молекул в каждом из сосудов:

$$pV_1 = \nu RT_1 = \frac{N_1 RT_1}{N_A},$$

$$N_1 = \frac{pV_1 N_A}{RT_1}; \quad N_2 = \frac{pV_2 N_A}{RT_2}.$$

Здесь N_A — число Авогадро.

Энергия каждой молекулы пропорциональна температуре газа $W = \frac{3}{2}kT$, где k — постоянная Больцмана. Закон сохранения энергии молекул имеет вид

$$\frac{pV_1 N_A}{RT_1} \cdot \frac{3}{2}kT_1 + \frac{pV_2 N_A}{RT_2} \cdot \frac{3}{2}kT_2 = \left(\frac{pV_1 N_A}{RT_1} + \frac{pV_2 N_A}{RT_2} \right) \cdot \frac{3}{2}kT,$$

где T — установившаяся температура $V_1 + V_2 = \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) T$.

$$T = \frac{V_1 + V_2}{\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2}} = \frac{3 + 5}{\frac{3}{300} + \frac{5}{400}} = 355,6 \text{ К.}$$

Ответ: 355,6 К.

1034. Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис. 418).

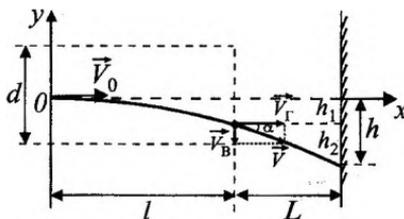


Рис. 418

Электроны, ускоренные разностью потенциалов U , приобретают кинетическую энергию $E_{\text{кин}} = \frac{mv_0^2}{2}$, её изменение $\Delta E = A$, здесь m — масса электрона, A — работа электрического поля до попадания электрона внутрь пластин. При этом электрическое поле совершает работу $A = eU$.

Отсюда следует

$$\frac{mv_0^2}{2} = eU \quad \text{и} \quad v_0^2 = \frac{2eU}{m}.$$

Электрон, далее двигаясь в поперечном электрическом поле, сместится на расстояние h_1 . Для нахождения h_1 рассмотрим движение электрона с перпендикулярным ускорением $a = \frac{F_K}{m}$.

Напряжённость электрического поля между пластинами $E = \frac{F_K}{e}$, где F_K — сила Кулона. Отсюда $F_K = eE$ и $a = \frac{eE}{m}$. Для однородного поля внутри пластин $U_n = Ed$, отсюда $E = \frac{U_n}{d}$ и $a = \frac{eU_n}{md}$.

Вдоль оси Oy электрон движется равноускоренно без начальной скорости, поэтому смещение электрона внутри пластин

$$h_1 = \frac{at^2}{2},$$

здесь t — время движения электрона до выхода из пластин.

Это время определится из условия равномерного движения электрона вдоль оси Ox :

$$l = v_0 t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{l}{v_0}.$$

Тогда

$$h_1 = \frac{eU_n l^2}{md^2 v_0^2} = \frac{eU_n l^2 m}{2md^2 eU} = \frac{U_n l^2}{4dU}.$$

Смещение h_2 определим как

$$h_2 = L \operatorname{tg} \alpha.$$

С другой стороны, имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_B}{v_2}.$$

Здесь $v_2 = v_0$, $v_B = at = \frac{eU_n \cdot l}{mdv_0}$.

Тогда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{eU_n \cdot l}{mdv_0^2} = \frac{eU_n \cdot lm}{md^2 eU} = \frac{U_n l}{2dU}.$$

Теперь

$$h_2 = \frac{LU_n l}{2dU}.$$

Окончательно имеем

$$h = h_1 + h_2 = \frac{U_n l^2}{4dU} + \frac{U_n l l}{2dU} = \frac{U_n l}{4dU} (l + 2l).$$

Ответ: $\frac{U_n l}{4dU} (l + 2L).$

1035. Запишем закон Ома для нижнего замкнутого контура:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2},$$

тогда напряжение на первом резисторе

$$U_1 = \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2}.$$

Напряжение на последовательно соединённых конденсаторах

$$U' = \mathcal{E},$$

с другой стороны

$$U' = U'_1 + U'_2.$$

Так как конденсаторы соединены последовательно, то

$$C_1 U'_1 = C_2 U'_2,$$

откуда

$$U'_2 = \frac{C_1}{C_2} U'_1,$$

тогда

$$\mathcal{E} = U'_1 + \frac{C_1}{C_2} U'_1, \quad U'_1 = \frac{\mathcal{E}}{1 + \frac{C_1}{C_2}}.$$

Искомая разность потенциалов

$$\varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E} \left(\frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} - \frac{1}{1 + \frac{C_1}{C_2}} \right).$$

Считаем

$$\varphi_A - \varphi_B = 12 \left(\frac{1}{1 + \frac{30}{10}} - \frac{1}{1 + \frac{20}{5}} \right) = 0,6 \text{ В}.$$

Ответ: 0,6 В.

1036. Объём получившейся капли ртути

$$V = 2V_1,$$

или

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = 2 \cdot \frac{4}{3} \pi r_1^3,$$

откуда

$$r = \sqrt[3]{2}r_1.$$

Потенциалы капель до и после слияния

$$\varphi_1 = k \frac{q_1}{r_1},$$

$$\varphi = k \frac{q}{r} = k \frac{2q_1}{\sqrt[3]{2}r_1} = \sqrt[3]{4}\varphi_1.$$

Считаем

$$\varphi = \sqrt[3]{4} \cdot 10 \approx 16 \text{ В.}$$

Ответ: 16 В.

1037. Сопротивление проводника до и после нагревания

$$R_1 = R_0(1 + \alpha(T_1 - T_0)),$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha(T_2 - T_0)),$$

тогда

$$\Delta R = R_0\alpha(T_2 - T_1) = \rho_0 \frac{l}{S}\alpha(T_2 - T_1),$$

откуда

$$T_2 - T_1 = \frac{\Delta RS}{\rho_0 l \alpha}.$$

Изменение внутренней энергии проводника

$$\Delta U = mc_v(T_2 - T_1)$$

или

$$\Delta U = \rho V c_v(T_2 - T_1) = \rho l S c_v(T_2 - T_1).$$

После подстановки разности температур

$$\Delta U = \frac{\Delta RS^2 \rho c_v}{\rho_0 \alpha}.$$

Считаем

$$\Delta U = \frac{0,34 \cdot 10^{-12} \cdot 8900 \cdot 380}{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0043} = 16 \text{ кДж.}$$

Ответ: 16 кДж.

1038. Конденсатор с двухслойным диэлектриком можно представить как два последовательно соединённых конденсатора, внутри которых находится только один вид диэлектрика. Тогда

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2},$$

где $C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d_1}$ и $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d - d_1}$, получаем

$$C = \frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d_1} \cdot \frac{\varepsilon_0 S}{d - d_1}}{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d_1} + \frac{\varepsilon_0 S}{d - d_1}},$$

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d_1(d - d_1)\left(\frac{\varepsilon}{d_1} + \frac{1}{d - d_1}\right)} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{\varepsilon(d - d_1) + d_1}.$$

Считаем

$$C = \frac{7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 15 \cdot 10^{-4}}{(7 \cdot 1,3 + 0,7) \cdot 10^{-3}} = 9,5 \text{ пФ}.$$

Ответ: 9,5 пФ.

1039. Сделаем рис. 419.

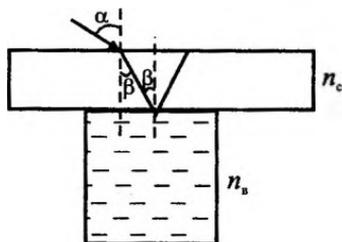


Рис. 419

Запишем закон преломления для границы «воздух — стекло»:

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

На границе «стекло — вода» будет наблюдаться полное отражение, если

$$\beta \geq \beta_{\text{пр}},$$

где предельный угол находится из условия $\frac{\sin \beta_{\text{пр}}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_b}{n_c}$,

$$\sin \beta_{\text{пр}} = \frac{n_b}{n_c}.$$

Тогда $\sin \alpha = n_c \sin \beta$,

$$\sin \alpha \geq n_c \cdot \sin \beta_{\text{пр}},$$

$$\sin \alpha \geq n_c \cdot \frac{n_b}{n_c},$$

$$\sin \alpha \geq n_b,$$

значит, ни при каких углах падения полное отражение на границе «стекло — вода» происходить не будет.

Ответ: такого угла не существует.

1040. Центральный заряд всегда находится в равновесии (см. рис. 420). Поэтому рассмотрим равновесие любого из «вершинных» зарядов:

$$F_{12} = F_{14} = k \frac{q^2}{a^2}; \quad F_{13} = k \frac{q^2}{2a^2}; \quad F_{15} = k \frac{2qq_0}{a^2}.$$

Заряд q_0 должен быть другого знака, чем заряды q .

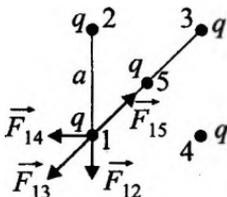


Рис. 420

Запишем условие того, что сумма проекций сил на направление 3—1 будет равна нулю.

$$k \frac{q^2}{2a^2} + 2k \frac{q^2}{a^2} \frac{\sqrt{2}}{2} = k \frac{2qq_0}{a^2},$$

$$q \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) = 2q_0,$$

$$q_0 = \left(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) q = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) q = 9,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл.}$$

Ответ: 9,5 нКл.

1041. Эквивалентная электрическая схема цепи имеет следующий вид (см. рис. 421). Нас интересует разность потенциалов между точками A и B . Электродвижущие силы возникают за счёт явления электромагнитной ин-

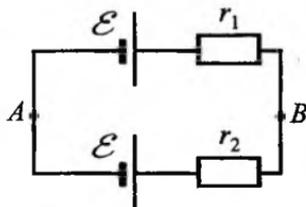


Рис. 421

дукции, а r_1 и r_2 — сопротивления проводов, из которых сделаны окружности. $\varepsilon_1 = \pi R_1^2 k$; $\varepsilon_2 = \pi R_2^2 k$; $r_1 = 2\pi R_1 r$; $r_2 = 2\pi R_2 r$, r — сопротивление единицы длины провода. В цепи течёт ток $I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2}$.

Возникающая разность потенциалов

$$\begin{aligned}\varphi_{AB} &= \mathcal{E}_1 - I r_1 = \mathcal{E}_1 - \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{r_1 + r_2} r_1 = \frac{\mathcal{E}_1 r_1 + \mathcal{E}_1 r_2 - \mathcal{E}_1 r_1 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 + r_2} = \\ &= \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 + r_2} = \frac{\pi \cdot k \cdot 2\pi (R_1^2 \cdot R_2 r + R_2^2 R_1 r)}{2\pi r (R_2 + R_1)} = k\pi R_1 R_2.\end{aligned}$$

Ответ: $k\pi R_1 R_2$.

1042. Сделаем рис. 422. $x = vt$, $l = 2x \operatorname{tg} \alpha$,

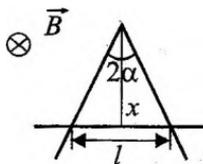


Рис. 422

$$\mathcal{E} = 2x \operatorname{tg} \alpha v B = 2v^2 B \operatorname{tg} \alpha \cdot t.$$

Сопротивление контура

$$R = \frac{2x}{\cos \alpha} r + 2x \operatorname{tg} \alpha \cdot r = 2vtr \left(\frac{1}{\cos \alpha} + \operatorname{tg} \alpha \right),$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{vB}{r \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha} \right)} = \frac{vB \sin \alpha}{r(1 + \sin \alpha)}.$$

Ответ: $\frac{vB \sin \alpha}{r(1 + \sin \alpha)}$.

1043. До замыкания ключа суммарный заряд на внутренних обкладках C_1 и C_2 равен нулю. Если после замыкания ключа он будет отличаться от нуля, то это и будет заряд, протёкший через ключ.

После замыкания ключа потенциалы верхней и нижней обкладок конденсатора C_2 одинаковы, конденсатор разряжен. На его внутренней обкладке заряда нет. Разность потенциалов между обкладками конденсатора C_1 равна \mathcal{E} . На его внутренней обкладке заряд $q = C_1 \mathcal{E}$. Это и есть суммарный заряд на внутренних обкладках конденсаторов, т. е. заряд, протёкший через ключ.

Ответ: εC_1 .

1044. В обоих случаях (со стеклянной прослойкой и после её извлечения) заряд на конденсаторе остаётся постоянным. Заряд конденсатора можно найти по формуле

$$q = CU.$$

Так как заряд сохраняется, то $C_1 U_1 = C_2 U_2$, где C_1 — ёмкость конденсатора со стеклянной прослойкой, C_2 — ёмкость конденсатора после удаления прослойки ($C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$).

Конденсатор со стеклянной прослойкой можно рассматривать как два последовательно соединённых конденсатора — первый толщиной d_1 , заполненный стеклом проницаемостью ε ёмкостью $C' = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d_1}$, второй толщиной $d - d_1$ ёмкостью $C'' = \frac{\varepsilon_0 S}{(d - d_1)}$. Общую ёмкость конденсатора найдём по формуле

$$C_1 = \frac{C' \cdot C''}{C' + C''} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{\varepsilon(d - d_1) + d_1}.$$

Напряжение, установившееся между обкладками,

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1 = \left(\frac{\varepsilon d}{\varepsilon(d - d_1) + d_1} \right) U_1,$$

$$U_2 = \frac{7 \cdot 0,1}{7 \cdot 0,08 + 0,02} \cdot 290 = 350 \text{ В}.$$

Ответ: 350 В.

1045. Влетая в пространство между обкладками конденсатора, электрон под действием силы $F = eq$, направленной к одной из обкладок конденсатора, приобретёт ускорение $a = F/m$. За некоторое время t электрон отклонится от своего первоначального направления на величину $\frac{at^2}{2}$. По

условию задачи необходимо, чтобы $\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}$, где d — расстояние между обкладками. В горизонтальном направлении за это время t электрон должен пролететь $l = 5$ см (длину конденсатора). В этом направлении на него никакая сила не действует, следовательно, $t = \frac{l}{v}$.

$$\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2} = \frac{F \cdot l^2}{2m \cdot v^2} = \frac{qE \cdot l^2}{2m \cdot v^2}.$$

Учитывая, что $E = \frac{U}{d}$, выразим из этой формулы напряжение U :

$$U = \frac{d^2 m v^2}{q l^2} = \frac{36 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{14} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^{-4}} = 32,76 \text{ В}.$$

Ответ: 32,76 В.

1046. По закону Джоуля — Ленца за время t на проводнике выделится теплота

$$Q = IUt = \frac{U^2}{R}t.$$

Зная материал, из которого изготовлен проводник, площадь его сечения и длину, можем найти его сопротивление по формуле

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

где x — удельное сопротивление алюминия ($x = 2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м),
 l — длина проводника, S — его площадь.

$$Q = \frac{U^2 St}{xl}.$$

За время t проводник массой m нагреется на ΔT градусов, следовательно,

$$Q = cm\Delta T = c\rho V\Delta T = c\rho Sl\Delta T.$$

$$c\rho Sl\Delta T = \frac{U^2 St}{xl} \Rightarrow \Delta T = \frac{U^2 t}{xl^2 \rho c}.$$

$$\Delta T = \frac{9 \cdot 20}{2,7 \cdot 2700 \cdot 900 \cdot 10^2 \cdot 10^{-8}} = 27,4 \text{ (К)}.$$

Ответ: 27,4 К.

1047. По закону Джоуля — Ленца за время t на проводнике выделится теплота

$$Q = IUt = I^2 Rt.$$

Зная материал, из которого изготовлен проводник, площадь его сечения и длину, можем найти его сопротивление по формуле

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

где x — удельное сопротивление алюминия ($x = 2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м),
 l — длина проводника, S — его площадь.

$$Q = \frac{I^2 xlt}{S}.$$

За время t проводник массой m нагреется на ΔT градусов, следовательно,

$$Q = cm\Delta T = c\rho V\Delta T = c\rho Sl\Delta T.$$

$$c\rho Sl\Delta T = \frac{I^2 xlt}{S} \Rightarrow \Delta T = \frac{I^2 xt}{S^2 c\rho}.$$

$$\Delta T = \frac{10 \cdot 10^2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-8} \cdot 10}{900 \cdot 2700 \cdot (4 \cdot 10^{-6})^2} = 2,8 \text{ (К)}.$$

Ответ: 2,8 К.

1048. При соединении, показанном на рис. 423 заряды одинаковы на первых четырёх конденсаторах и на двух параллельно соединённых конденсаторах, напряжение на которых $U_0 = 500$ В.

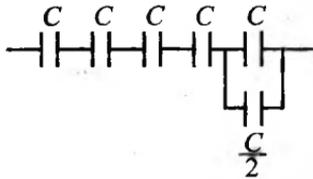


Рис. 423

Поскольку для параллельно соединённых конденсаторов общая ёмкость равна $C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C$, то заряд на них равен $q = \frac{3}{2}CU_0$, откуда

$$\frac{q}{C} = \frac{3}{2}U_0;$$

отношение $\frac{q}{C} = U$ — напряжению на каждом из четырёх последовательно соединённых конденсаторов, т. е. полное напряжение на всей батарее равно

$$U_{\text{об.}} = 4U + U_0 = 7U_0 = 3500 \text{ В.}$$

Ответ: 3500 В.

1049. Поскольку пластины конденсатора сближаются с постоянной скоростью, расстояние между пластинами зависит от времени:

$$d(t) = d_0 - vt,$$

где d_0 — начальное расстояние между пластинами.

Так как ёмкость конденсатора $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, заряд на конденсаторе

$$q(t) = \frac{\varepsilon_0 S U}{(d_0 - vt)}.$$

Сила тока $I = q'(t)$, так что $I = \frac{\varepsilon_0 S U v}{(d_0 - vt)^2}$; на расстоянии d пластины

будут друг от друга в момент времени $t = \frac{d_0 - d}{v}$; значит,

$$I = \frac{\varepsilon_0 S U v}{d^2}.$$

Подставляя численные значения, получаем $I = 2,6 \cdot 10^{-8}$ А.

Ответ: $2,6 \cdot 10^{-8}$ А.

1050. 1) При параллельном соединении источников тока их общее ЭДС и сопротивление равны: $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}$, $r_{\text{общ}} = \frac{r}{2}$.

2) Ток, текущий через нагрузку, по закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{2}}$$

3) Мощность, выделяющаяся на нагрузке, равна

$$\left(\frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{2}}\right)^2 R = 100 \text{ Вт. (*)}$$

4) При последовательном соединении источников тока их общее ЭДС и сопротивление равны: $\mathcal{E}_{\text{общ}} = 2\mathcal{E}$, $r_{\text{общ}} = 2r$.

5) Ток, текущий через нагрузку, по закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{2\mathcal{E}}{R + 2r}$$

6) Мощность, выделяющаяся на нагрузке, равна

$$\left(\frac{2\mathcal{E}}{R + 2r}\right)^2 R = 196 \text{ Вт. (**)}$$

7) Разделив (**) на (*), взяв квадратный корень и выразив R , получим $R = 3r$.

8) Подставив последнее выражение в (*), получим: $\frac{4\mathcal{E}^2}{49r^2} 3r = 100$, или

$$\frac{3\mathcal{E}^2}{r} = 25 \cdot 49.$$

9) При подключении одного источника мощность, выделяемая на сопротивлении, равна: $\left(\frac{\mathcal{E}}{R + r}\right)^2 R = \frac{3\mathcal{E}^2}{16r} = \frac{25 \cdot 49}{16} = 76,6 \text{ Вт}$.

Ответ: 76,6 Вт.

1051. 1) При подключении одного источника на сопротивлении выделяется мощность $N_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r}\right)^2 R = 100 \text{ Вт. (*)}$

2) Второй источник подключается параллельно, поэтому после его подключения на сопротивлении выделяется мощность

$$N_2 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{2}}\right)^2 R = \left(\frac{2\mathcal{E}}{2R + r}\right)^2 R = 144 \text{ Вт. (**)}$$

3) Третий источник также подключается параллельно. Мощность, выделяющаяся на сопротивлении, в этом случае равна

$$N_3 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{3}} \right)^2 R = \left(\frac{3\mathcal{E}}{3R + r} \right)^2 R.$$

4) Разделив (**), взяв квадратный корень и выразив R , получим $R = 2r$.

5) Подставив последнее выражение в (*), получим: $\frac{\mathcal{E}^2}{9r^2} 2r = 100$, или

$$\frac{\mathcal{E}^2}{r} = 450.$$

6) Таким образом, мощность при подключении трёх источников равна

$$N_3 = \left(\frac{3\mathcal{E}}{3R + r} \right)^2 R = \left(\frac{3\mathcal{E}}{6r + r} \right)^2 2r = \frac{18\mathcal{E}^2}{49r} = 165,3 \text{ Вт}.$$

Ответ: 165,3 Вт.

1052. Перед переводом ключа в положение 2 конденсатор был заряжен до напряжения \mathcal{E} и энергия его электрического поля составляла

$$W_{p1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}.$$

В указанный момент времени $t > 0$ напряжение на конденсаторе было равно напряжению на концах резистора: $U_C = IR$. Энергия электрического поля конденсатора в этот момент составляла

$$W_{p2} = \frac{CU_c^2}{2} = \frac{CI^2R^2}{2}.$$

В соответствии с законом сохранения энергии $W_{p1} + W_{p2} + Q$.

Раскроем полученное равенство подробнее:

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{CI^2R^2}{2} + Q; \quad Q = \frac{C}{2}(\mathcal{E}^2 - I^2R^2).$$

Отсюда ёмкость конденсатора

$$C = \frac{2Q}{\mathcal{E}^2 - I^2R^2} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}}{(15 \text{ В})^2 - (0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 100 \cdot 10^3 \text{ Ом})^2} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 0,4 \text{ мкФ}.$$

Ответ: 0,4 мкФ.

1053. Начальный заряд на пластинах левого (по рисунку) конденсатора

$$q_1 = \epsilon CU_0.$$

Начальный заряд на пластинах правого (по рисунку) конденсатора

$$q_2 = \epsilon 2CU_0.$$

После отключения блока конденсаторов от источника напряжения заряд каждой пары соединённых между собой проводником пластин конденсаторов (в силу закона сохранения заряда) останется неизменным:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2,$$

где $q'_1 = CU$ — заряд конденсатора C после вытекания из него жидкого диэлектрика, $q'_2 = 2\epsilon U$ — «новый» заряд конденсатора $2C$ (напряжение U между пластинами конденсаторов в конечном состоянии будет одинаковым).

Тогда

$$\epsilon CU_0 + 2\epsilon CU_0 = CU + 2\epsilon CU_0;$$

$$3\epsilon CU_0 = (1 + 2\epsilon)CU;$$

$$3\epsilon U_0 = (1 + 2\epsilon)U.$$

Отсюда напряжение на пластинах обоих конденсаторов после вытекания жидкого диэлектрика из конденсатора ёмкостью C

$$U = \frac{3\epsilon}{1 + 2\epsilon}U_0.$$

Ответ: $\frac{3\epsilon}{1 + 2\epsilon}U_0.$

1054. При вращении рамки в магнитном поле максимальная ЭДС определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{max} = BS\omega N,$$

угловая скорость вращения —

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

Максимальное и действующее значения ЭДС связаны формулой

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{\sqrt{2}}.$$

После математических преобразований получаем:

$$N = \frac{\mathcal{E}T\sqrt{2}}{2\pi BS}.$$

Переводя в СИ: $2,5 \text{ мс} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, $400 \text{ см}^2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$, $20 \text{ мТл} = 0,02 \text{ Тл}$ — и подставляя численные значения в формулу, получаем: $N = 56$.

Ответ: 56.

1055. По закону Ома для полной цепи

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

по закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R}, \quad U = IR = \frac{\mathcal{E}}{R+r}R.$$

Напряжённость поля связана с напряжением по формуле

$$U = Ed.$$

При уменьшении напряжённости в 1,2 раза напряжение тоже уменьшится в 1,2 раза. До замыкания цепи напряжение на конденсаторе численно равно ЭДС, так как цепь разомкнута. Следовательно,

$$\frac{R+r}{R} = 1,2.$$

$R = 10 \text{ Ом}$.

Ответ: 10 Ом.

1056. По закону сохранения энергии в колебательном контуре

$$\frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}.$$

По формуле Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

Решая уравнения совместно, получаем:

$$L = \frac{U}{2\pi\nu I}.$$

Переводим в систему СИ: $2 \text{ МГц} = 2 \cdot 10^6 \text{ Гц}$, $1,2 \text{ мА} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ — и, подставляя в формулу, получаем:

$$L = 0,42 \cdot 10^{-8} \text{ Гн}.$$

Ответ: 4,2 нГн.

1066. Импульс фотона

$$p = \frac{h}{\lambda},$$

импульс электрона

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

тогда

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

$$\frac{h^2}{\lambda^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = m^2 v^2,$$

$$\frac{h^2}{\lambda^2} = \left(m^2 + \frac{h^2}{\lambda^2 c^2} \right) v^2,$$

$$v = \frac{h}{\lambda \sqrt{m^2 + \frac{h^2}{\lambda^2 c^2}}}.$$

Считаем

$$v = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{10^{-10} \sqrt{9,1^2 \cdot 10^{-62} + \frac{6,62^2 \cdot 10^{-68}}{10^{-20} \cdot 3^2 \cdot 10^{16}}}} = 7 \text{ Мм/с}.$$

Ответ: 7 Мм/с.

1067. Запишем формулу полной энергии релятивистской частицы

$$E = E_k + mc^2$$

и подставим её в выражение, связывающее полную энергию и импульс:

$$\begin{aligned} E^2 &= p^2 c^2 + m^2 c^4, \\ (E_k + mc^2)^2 &= p^2 c^2 + m^2 c^4, \\ E_k^2 + 2E_k mc^2 + m^2 c^4 &= p^2 c^2 + m^2 c^4, \\ E_k^2 + 2E_k mc^2 &= p^2 c^2, \end{aligned}$$

откуда

$$p = \sqrt{\frac{E_k(E_k + 2mc^2)}{c^2}} = \frac{\sqrt{E_k(E_k + 2mc^2)}}{c}.$$

Тогда

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{E_k(E_k + 2mc^2)}}.$$

Считаем

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\sqrt{10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} (1,6 \cdot 10^{-13} + 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^{16})}} = 0,87 \text{ пм}.$$

Ответ: 0,87 пм.

1068. Концентрация фотонов в пучке света

$$n = \frac{\omega}{E},$$

где $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Давление света

$$p = \omega(1 + \rho),$$

откуда

$$\omega = \frac{p}{1 + \rho}.$$

Тогда

$$n = \frac{p\lambda}{(1 + \rho)hc}$$

Считаем

$$n = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 10^{-9}}{(1 + 1) \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,5 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$$

Ответ: $1,5 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$.

1072. Давление света на площадку, перпендикулярную лучам, определяется выражением

$$p = \frac{W}{\tau S c} (1 + R),$$

где W — энергия световых волн, τ — время падения света на поверхность, S — площадь поверхности, R — коэффициент отражения света поверхностью, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ — скорость света в вакууме.

Для зеркальной поверхности $R = 1$.

Тогда давление, производимое излучением данного лазера,

$$p = \frac{3 \text{ Дж}}{10 \cdot 10^{-9} \text{ с} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ /с}} (1 + 1) = 2000 \text{ Па} = 2 \text{ кПа}.$$

Ответ: 2 кПа.

1073. Давление $p = \frac{F_{\perp}}{S}$.

Второй закон Ньютона имеет вид

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t.$$

В нашем случае можем записать

$$p = F_{\perp} \cdot \tau.$$

Импульс фотонов

$$p = \frac{E}{c}.$$

Тогда можем записать

$$\frac{E}{c} = F_{\perp} \cdot \tau \Rightarrow F_{\perp} = \frac{E}{c\tau}.$$

Окончательно получим давление

$$p = \frac{4E}{c\tau\pi d^2}.$$

$$p = \frac{4 \cdot 10}{3 \cdot 10^8 \cdot 0,13 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14 \cdot 10^{-10}} = 32,7 \cdot 10^8 \text{ Па} \approx \approx 3 \cdot 10^9 \text{ Па} = 3 \text{ ГПа}.$$

Ответ: 3 ГПа.

1074. Электроны перестают вылетать, когда энергия фотона равна сумме работы выхода и энергии вылетевшего электрона в поле пластинки.

$$E = A + e\varphi,$$

$$\varphi = \frac{E - A}{e} = \frac{6,4 \cdot 10^{-19} - 1,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,4 \text{ В.}$$

Ответ: 2,4 В.

1075. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mV^2}{2},$$

где A — работа выхода электрона, $\nu = \frac{c}{\lambda}$ — частота падающего света,

$\frac{mV^2}{2}$ — кинетическая энергия вылетевших электронов.

Работа выхода связана с красной границей фотоэффекта λ_0 следующим соотношением:

$$A = h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0},$$

$$h \frac{c}{\lambda} = h \frac{c}{\lambda_0} + \frac{mV^2}{2}.$$

Фототок прекратится при таком напряжении U , что $eU = \frac{mV^2}{2}$.

$$hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = eU,$$

$$U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right),$$

$$U = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left(\frac{10^9}{220} - \frac{10^9}{320} \right) = 1,7 \text{ В.}$$

Ответ: 1,7 В.

1076. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mV_1^2}{2},$$

т. к. $\nu = \frac{c}{\lambda}$, то последнее уравнение перепишем в виде

$$h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}.$$

Найдём кинетическую энергию электронов во втором случае ($V_2 = \frac{V_1}{2}$):

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2 \cdot 4}.$$

При задерживающем напряжении электрическое поле совершает работу по торможению электронов, т. е. по уменьшению их кинетической энергии.

$$eU = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \frac{3}{4} \frac{mV_1^2}{2} = \frac{3}{4} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right).$$

$$U = \frac{3}{4} \left(\frac{hc}{\lambda \cdot e} - \frac{A_{\text{вых}}}{e} \right).$$

$$U = \frac{3}{4} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} - 1,3 \right) = 1,345 \text{ (В)}.$$

Ответ: 1,345 В.

1077. Запишем для обоих экспериментов уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{mV_1^2}{2}; \quad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{mV_2^2}{2}. \quad (2)$$

Из условия задачи известно, что $V_2 = 2V_1$, следовательно, из уравнения (2)

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{4mV_1^2}{2} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Подставим в уравнение (1)

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{1}{4} \left(\frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} \right),$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{3}{4} \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{1}{4\lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} = \frac{4}{3} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{4\lambda_2} \right) = 10^6 \frac{1}{\text{м}}.$$

$$\lambda_{\text{кр}} = 10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ (мкм)}.$$

Ответ: 1 мкм.

1078. Из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта следует, что

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}},$$

при этом кинетическая энергия электрона равна по модулю работе против сил поля, т. е.

$$E_{\text{кин}} = |q_e| \Delta\varphi,$$

где $\Delta\varphi = k \frac{q}{R} - \varphi_0$, здесь q — заряд шарика, φ_0 — потенциал шарика

на бесконечности, т. е. $\varphi_0 = 0$. Отсюда $|q_e| \frac{kq}{R} = h\nu - A_{\text{вых}}$, так что

$q = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{k|q_e|}$, тогда максимально возможная напряжённость поля шарика — это напряжённость на поверхности шарика

$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{|q_e|R}$$

Подставляя численные значения, получим $E \approx 340$ В/м.

Ответ: 340 В/м.

1082. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_k.$$

Работа выхода электрона

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Частоту падающего света выразим через длину волны:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}.$$

Кинетическая энергия фотоэлектронов

$$E_k = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Работа электрического поля по остановке электрона численно равна его кинетической энергии:

$$E_k = qEd, \quad d = \frac{E_k}{qE}.$$

После преобразования формул получаем:

$$d = \frac{hc}{qE} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right).$$

Переводя в СИ: $400 \text{ нм} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, $500 \text{ нм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ — и подставляя численные значения в формулу, получаем: $d = 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 6,2 \text{ мм}$.

Ответ: 6,2 мм.

1084. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + E_k,$$

откуда

$$E_k = h\nu - A,$$

с другой стороны,

$$E_k = eU,$$

тогда

$$h\nu - A = eU,$$

где $U = Ed$.

Напряжённость поля в зазоре между обкладками

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{S\epsilon_0},$$

заряд, накапливающийся на обкладке, $q = eN\tau$, поэтому

$$U = \frac{eN\tau d}{S\epsilon_0}.$$

Получаем

$$h\nu - A = \frac{e^2 N \tau d}{S \epsilon_0},$$

искмое время

$$\tau = \frac{S\epsilon_0}{e^2 N d} (h\nu - A).$$

Считаем

$$\tau = \frac{10 \cdot 10^{-4} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}{1,6^2 \cdot 10^{-38} \cdot 10^{10} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} (6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6 \cdot 10^{15} - 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 25,2 \text{ мс.}$$

Ответ: 25,2 мс.

1085. Из уравнения Эйнштейна $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ следует, что

$$\frac{mv^2}{2} = E_{\text{кин}} = h\frac{c}{\lambda} - A,$$

по кинетическая энергия электрона равна работе, которую совершает электрон против сил поля (по модулю), так что

$$E_{\text{кин}} = |q_e| \Delta\varphi,$$

где $\Delta\varphi = k\frac{q}{R} - k\frac{q}{R+r} = \frac{kqr}{R(R+r)}$, q — заряд шара.

Отсюда находим:

$$q = \frac{R(R+r)(hc - \lambda A)}{k\lambda|q_e|r}.$$

Ответ: $\frac{R(R+r)(hc - \lambda A)}{k\lambda|q_e| \cdot r}$.

1086. Число фотонов, испускаемых за секунду,

$$N_1 = \frac{P\lambda}{hc}.$$

Число вылетевших из катода электронов за секунду

$$N_2 = \frac{I}{e}.$$

Квантовый выход

$$X = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Ihc}{eP\lambda}$$

Ответ: $\frac{Ihc}{P\lambda}$.

1088. В серию Бальмера входят частоты излучения, полученного при переходах электрона с более высоких орбит на вторую орбиту. Для получения минимальной длины волны в этом случае электрон должен перейти с удалённой орбиты ($n' \rightarrow \infty$) на вторую ($n = 2$),

$$\lambda = \frac{2ch^3}{k^2me^4\pi^2} = 363 \text{ нм.}$$

Ответ: 363 нм.

1089. Для первой орбиты $mvr = \frac{h}{2\pi}$, электрон удерживается на орбите кулоновской силой $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$. Энергия электрона на орбите складывается из кинетической и потенциальной:

$$W = \frac{mv^2}{2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

Из второго уравнения

$$mv^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r},$$

$$W = -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}.$$

Из первых двух уравнений $r = \frac{h^2\epsilon_0}{\pi me^2}$,

$$W = -\frac{e^4 m}{8\epsilon_0^2 h^2} = -13,6 \text{ эВ.}$$

Ответ: -13,6 эВ.

1092. Кинетическая энергия T электрона равна разности его полной энергии E и энергии покоя E_p :

$$T = E - E_p = \sqrt{p^2 c^2 + (m_0 c^2)^2} - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{p}{m_0 c}\right)^2 + 1} - 1 \right),$$

где $E = \sqrt{p^2 c^2 + (m_0 c^2)^2}$ — полная энергия электрона, $E_0 = m_0 c^2$ — энергия покоя электрона, p — импульс электрона, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света в вакууме, $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг — масса покоя электрона.

Вычислим значение T :

$$T = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \left(\sqrt{\left(\frac{1,5 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2 + 1} - 1 \right) = 12,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Кинетическая энергия электрона после столкновения с протоном перейдёт в энергию атома водорода и энергию излучённого фотона:

$$T = E_n + E_{\text{ф}}.$$

Тогда

$$T = E_n + \frac{hc}{\lambda},$$

где $E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda}$ — энергия излучённого фотона ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света в вакууме, λ — длина волны фотона).

$$\text{Отсюда } T = -\frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ} + \frac{hc}{\lambda}; \quad \frac{hc}{\lambda} = T + \frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ}.$$

Длина волны излучённого фотона

$$\lambda = \frac{hc}{T + \frac{1}{n^2} 13,6 \text{ эВ}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{12,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} + \frac{1}{9} \cdot 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} = 134 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 134 \text{ нм}.$$

1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж — соотношение между электрон-вольт и джоулем.

Ответ: 134 нм.

1093. Согласно закону радиоактивного распада число нераспавшихся ядер

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T^{1/2}}}.$$

Тогда количество распавшихся ядер

$$N_0 - N = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T^{1/2}}} \right),$$

а их доля

$$\frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - 2^{-\frac{t}{T^{1/2}}}.$$

Считаем

$$\frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - 2^{-\frac{8}{143}} = 0,32.$$

Ответ: 0,32.

1094. Найдём первоначальное количество ядер, содержащихся в 10 мг трития:

$$N_0 = \frac{m}{M} \cdot N_A,$$

где m — масса трития, $M = 3$ г/моль — молярная масса трития, N_A — число Авогадро.

Средним временем жизни (τ) называется величина, обратная постоянной распада (λ).

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

Следовательно, при $t = \tau$ $N_1 = N_0 \cdot e^{-1}$.

Отсюда можем найти изменение количества ядер за среднее время жизни:

$$N_0 - N_1 = N_0 \left(1 - \frac{1}{e}\right) = \frac{m}{M} N_A \left(1 - \frac{1}{e}\right),$$

$$N_0 - N_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{3} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 0,63 = 1,27 \cdot 10^{21}.$$

Ответ: $1,27 \cdot 10^{21}$.

1095. 1) В 2 г лития ${}^6_3\text{Li}$ содержится $N = \frac{2}{6} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 2 \cdot 10^{23}$ ядер.

2) При превращении 1 ядра лития по приведённой ядерной реакции выделяется энергия

$$\begin{aligned} \Delta W &= \Delta m \cdot c^2 = \\ &= (6,01513 + 1,00728 - 4,0026 - 3,01602) \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = \\ &= 5,66 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.} \end{aligned}$$

3) При превращении 2 г лития выделится энергия

$$W = \Delta W \cdot N = 11,32 \cdot 10^{10} \text{ Дж.}$$

Ответ: $11,32 \cdot 10^{10}$ Дж.

ЕГЭ

Учебное издание

**Монастырский Лев Михайлович, Безуголова Галина Сергеевна,
Игнатова Юлия Александровна**

**ФИЗИКА. ЕГЭ-2020.
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ. ВСЕ ТИПЫ ЗАДАНИЙ**

Под редакцией *Л. М. Монастырского*

Налоговая льгота: издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Обложка *М. Сафиуллина*
Компьютерная вёрстка *Г. Безуголова*
Иллюстратор *Д. Бездудный*
Корректоры *А. Яковлева, В. Пампура*

Подписано в печать с оригинал-макета 26.09.2019.
Формат 60×84^{1/16}. Бумага типографская.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,9.
Доп. тираж 3 000 экз. Заказ № 9998.

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 e-mail: legionrus@legionrus.com

Отпечатано с готового оригинал-макета
ООО «Принт-М», 142300, М.О., г.Чехов, ул. Полиграфистов, д.1