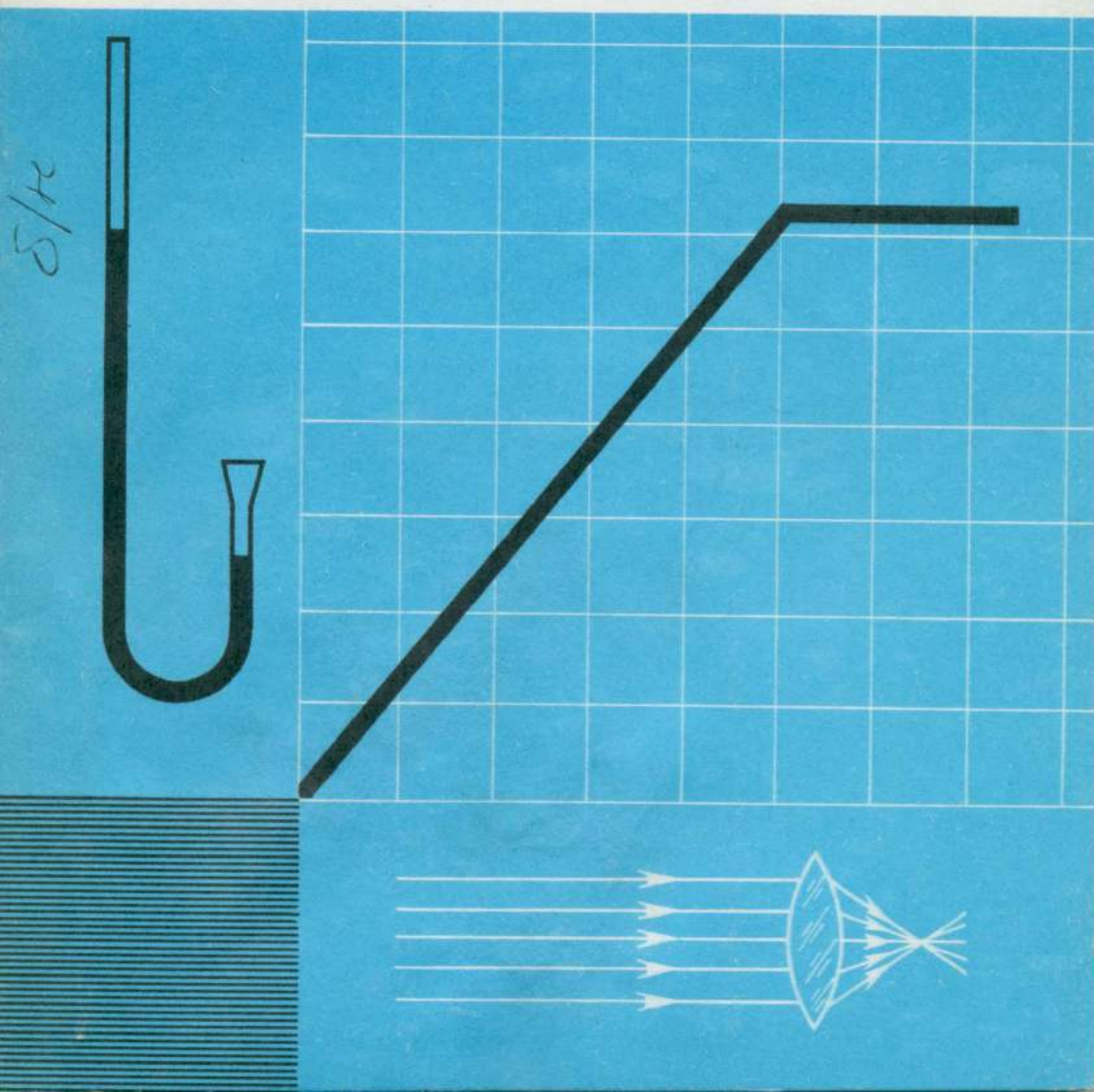


Л.И. СКРЕЛИН

20 коп.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ
МАТЕРИАЛ
ПО ФИЗИКЕ **7-8**



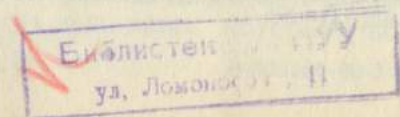
Л.И. СКРЕЛИН

ДИДАКТИЧЕСКИЙ
МАТЕРИАЛ
ПО ФИЗИКЕ
7-8 КЛАССЫ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Рекомендовано
Главным учебно-методическим
управлением общего среднего образования
Госкомитета СССР
по народному образованию

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1989



Рецензенты:

учитель физики школы № 56 Москвы,
кандидат физико-математических наук *Е. И. Аффрина*,
учитель физики *А. З. Синяков*

СкRELIN Л. И.

С45 Дидактический материал по физике: 7—8 кл.: Пособие для учителя.— М.: Просвещение, 1989.—143 с.: ил.

ISBN 5-09-001309-8

В пособии содержится набор дидактических карточек для организации самостоятельной работы учащихся и методические рекомендации учителю по их использованию. Карточки составлены в соответствии с программой и учебниками по физике для 7 и 8 классов.

С $\frac{4306020000-331}{103(03)-89}$ инф. письмо — 89 № 84

ББК 74.265.1

ISBN 5-09-001309-8

© Издательство «Просвещение», 1989

ВВЕДЕНИЕ

Формирование умений самостоятельно приобретать и пополнять знания — одна из актуальных задач обучения на современном этапе. Решению этой задачи способствует самостоятельная работа учащихся с дидактическим материалом, один из видов которого описан в предлагаемом пособии.

Пособие представляет собой набор дидактических карточек для самостоятельной работы учащихся VII и VIII классов на уроках физики. В основу их построения положена усовершенствованная программа и учебники физики для этих классов (А. В. Перышкина, Н. А. Родиной).

Многолетний опыт работы показал эффективность использования дидактических материалов, в которых данные для расчетов учащийся самостоятельно определяет по рисункам шкал измерительных приборов или графиков скоростей и движений. Работа с рисунками способствует развитию умений и навыков по определению цены деления шкалы прибора и его показаний, учит читать графики и описывать по ним изображенные процессы, а также находить заданные физические величины и их взаимозависимость. При этом работа с рисунками не подменяет собой самостоятельную работу учащихся с приборами на лабораторных занятиях, а способствует развитию и закреплению приобретаемых навыков, а также учит применять полученные знания и навыки в иных, не стандартных ситуациях.

Предлагаемый набор дидактических карточек состоит из 12 серий, по 12 карточек в каждой. Из них 10 карточек основных и две дополнительные. Карточки дифференцированы по сложности, что обеспечивает самостоятельную работу каждого ученика. Основные карточки с номерами 1 и 2 составлены проще, а с номерами 9 и 10 — несколько сложнее остальных. Это поможет учителю ориентироваться в выборе трудности задания для отдельных учащихся.

Карточки с литерами «а» и «б» предназначены для дополнительных заданий тем учащимся, которые быстро выполнили основную работу. Кроме того, этими карточками учитель по своему усмотрению сможет заменить те из основных, которые, по его мнению, нежелательны.

Кроме номера или литеры, на каждой карточке поставлен индекс, указывающий римскими цифрами серию, которой принадлежит карточка.

К каждой серии в пособии даны вопросы и ответы на них. Вопросы для всех карточек данной серии одинаковы, чтобы их постановка не затрудняла учителя. Однако каждый ученик при этом самостоятельно работает с предложенной ему индивидуально карточкой.

Учитель по своему усмотрению может предложить учащимся не все вопросы, перечисленные в рекомендациях, а лишь те, которые соответствуют поставленной на уроке цели.

Ответы на вопросы представлены в пособии в виде таблиц, в которых они расположены по вертикали согласно номерам вопросов, а по горизонтали — номерам карточек. Имея перед собой такую таблицу, учителю легко следить за работой учащихся. В любой момент он может одним ученикам подтвердить правильность хода решения, другим предложить еще раз повнимательней проверить ответ, а слабым помочь.

Следует иметь в виду, что расчеты при заполнении таблиц ответами делались в соответствии с правилами приближенных вычислений: в промежуточных ответах сохранялись три значащие цифры, а в окончательном результате — две. Округление чисел с добавлением единицы в последнюю цифру разряда производилось тогда, когда последующая цифра была равна или более 5. Дополнительные данные, например числа из справочных таблиц, брались не менее как с двумя значащими цифрами.

Поскольку на уроках математики еще до начала изучения физики учащиеся овладели навыками вычислений с целыми числами, десятичными дробями и их округлением, то вполне естественно продолжать развивать и совершенствовать эти навыки в процессе решения задач на уроках физики, при этом не следует ограничиваться «круглыми числами». Тем более что приближенные значения чисел возникают практически при всех измерениях, выполняемых учащимися на лабораторных работах. Поэтому полезно при решении предлагаемых задач обращать внимание учащихся на разницу таких понятий, как «число и цифра», «значащие и незначащие цифры», «значащие и незначащие нули», «верные и сомнительные цифры». А вычисления с приближенными значениями чисел производить по методу подсчета цифр. Для промежуточных ответов сохранять на одну цифру больше, чем рекомендуют правила этого метода. Поскольку в таблицах учебника для VII—VIII классов плотность вещества и $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ даны приближенно с двумя верными цифрами, то окончательные ответы надо округлять до двух значащих цифр.

Желательно ознакомить учащихся с понятием «абсолютная погрешность». Если при каждом измерении учащиеся привыкнут к записи результата с погрешностью, то приобретенные ими навыки дадут возможность лучше усваивать материал программы стар-

ших классов, яснее понять теоретические выводы и их обоснования, правильно вести записи и расчеты при выполнении конкретных практических работ.

Для ускорения вычислений рекомендуется применять электронные микрокалькуляторы (МК). Использование МК увеличивает скорость расчета, а пределы погрешностей определяют качество.

Предлагаемые дидактические карточки позволяют проводить по ним программированное (как машинное, так и безмашинное) обучение. Примеры таких заданий приведены в пособии. Кроме того, они могут оказать помощь в составлении алгоритмов и программ для ЭВМ.

Для большей наглядности и эффективности работы следует на демонстрационном столе собирать установку, соответствующую той, которая изображена на карточках серии, используемой на данном уроке. Этому будут способствовать и самодельные плакаты, образцы которых приводятся в пособии (см. с. 61—67). Особенно полезны плакаты с сменной оцифровкой шкал для выполнения систематических упражнений.

При работе с пособием следует учесть, что дидактические карточки напечатаны в нем на обеих сторонах листа. На одной стороне находится рисунок определенного номера одной из серий (I—VI) для VII класса, например серии I, а на другой — рисунок того же номера, но сопряженной с ней серией (в данном случае (VII) для VIII класса. Поэтому наклеивать карточки на картон не следует.

Для увеличения срока службы каждую карточку надо поместить в целлофановый конверт размером 6×9 см, вложив в него картонку таких же размеров с крупно написанным номером карточки. Этим обеспечивается сохранность, достаточная жесткость и хорошая видимость рисунка. Смену номеров или серий карточек нужно производить до урока. (Правда, некоторые учителя закладывают в конверт несколько карточек одного номера, но разных серий и предлагают учащимся самостоятельно выбрать нужную для данного урока серию и переложить ее на видимую сторону.) Хранить вырезанные карточки удобно в обычных конвертах по двум сопряженным сериям: I—VII, II—VIII, III—IX, IV—X, V—XI, VI—XII.

Знакомясь с методическими рекомендациями, изложенными в данном пособии, необходимо помнить, что они являются примерными и не должны связывать творческую работу учителя. Каждый учитель сам найдет место, время и такой способ применения дидактических карточек, который сможет дать при определенной ситуации оптимальный эффект обучения. Так, например, в процессе изучения нового материала можно предлагать учащимся последовательно отвечать на отдельные вопросы карточек, при закреплении ответить на все вопросы сразу, а при повторении — только на некоторые, узловые вопросы. Последнее целесообразно делать при использовании карточек в контрольных работах и при устном опросе у доски. Имеется и такой опыт работы некоторых учителей:

раздав карточки и поставив общие вопросы, они проверяют правильность выполнения задания в форме устных ответов с места. Ответы комментируют учащиеся, имеющие одинаковые номера карточек, а учитель сверяет их с ответами в таблице.

Названия отдельных серий карточек с кратким указанием содержания и вопросов программы, по которым эти карточки обеспечивают самостоятельную работу учащихся

I серия — «Бруски»

Проверка вычислительных навыков по определению объема тела по его линейным размерам. Вычисление массы тела по плотности и объему, силы тяжести по массе, силы трения, давления, количества теплоты.

II серия — «Мензурки»

Определение объема жидкости измерительным цилиндром. Цена деления шкалы. Запись отсчета с указанием погрешности. Вычисление массы, веса, силы тяжести.

III серия — «Давление в жидкости»

Расчет давления в жидкости. Архимедова сила. Вычисление силы, удерживающей тело внутри жидкости.

IV серия — «Барометры»

Измерение давления воздуха ртутным барометром и anerоидом. Перевод давления из одних единиц в другие. Определение высоты по разности показаний двух барометров.

V серия — «Манометры»

Манометры жидкостные и металлические. Вакуумметр. Пересчет давления из одних единиц в другие. Абсолютное и избыточное давление.

VI серия — «Гидравлический пресс»

Расчет давления по манометру. Выигрыш в силе и проигрыш в пути. Насос. Использование рычага. КПД гидравлического пресса.

VII серия — «График изменения температуры»

Чтение графика. Вычисление количества теплоты, затраченной на нагревание тела. Полное изменение внутренней энергии. Расход топлива на нагревание. Теплота сгорания.

VIII серия — «Термометры»

Определение цены деления прибора. Измерение по шкале термометра. Вычисление температуры тела до погружения его в жидкость известной температуры.

IX серия — «Графики плавления и отвердевания»

Определение массы вещества по изменению температуры и внутренней энергии тела. Вычисление массы расплавленного вещества по изменению его внутренней энергии без изменения температуры.

X серия — «Постоянный ток»

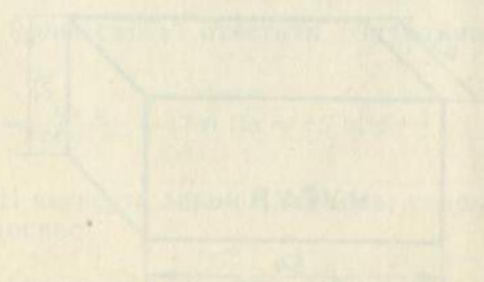
Электрическая цепь. Амперметр. Сила тока. Электрическое напряжение. Вольтметр. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Работа и мощность тока. Количество теплоты, выделяемое проводником, по которому течет ток.

XI серия — «Тепловое действие тока»

Определение конечной температуры жидкости при нагревании электрическим током с учетом КПД.

XII серия — «Плоское зеркало и линза»

Построение изображения в плоском зеркале и в линзах. Определение оптической силы линзы.



ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СЕРИЙ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К НИМ

I СЕРИЯ — «БРУСКИ»

На карточках первой серии изображены в аксонометрической проекции прямоугольные бруски, линейные размеры которых даны в миллиметрах с абсолютной погрешностью ± 1 мм (рис. 1). На карточках с нечетными номерами и литерой «а» линейные размеры брусков на порядок меньше линейных размеров брусков с четными номерами и литерой «б». Это дает возможность учителю варьировать карточками и тренировать учащихся в выполнении расчетов как в целых, так и в дробных числах, а также в переводе одних единиц в другие.

Эту серию полезно использовать в конце первого урока физики в VII классе, чтобы выяснить, насколько свободно владеют учащиеся вычислительными навыками, полученными на уроках математики в младших классах (действие с целыми числами и десятичными дробями, округление, вычисление объема, процентов и т. д.). С этой целью одному ученику, сидящему за столом, дается четный вариант карточки, а соседу — нечетный. Учащимся предлагают после ознакомления с рисунком кратко письменно ответить на первые пять вопросов к карточкам этой серии.

В качестве образца полезно подготовить плакат I с рисунком и расчетами для того бруска, который в натуральном виде в момент выполнения задания будет представлен учащимся (см. приложение I и рис. 14).

Собранные после урока работы учитель проверяет, исправляет ошибки каждого ученика и классифицирует их. На одном из по-

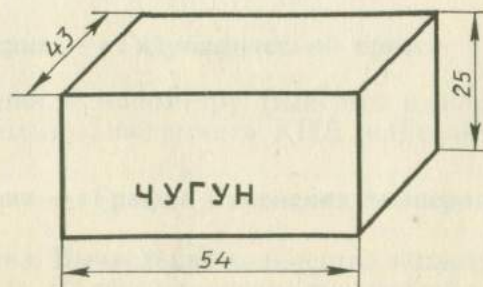


Рис. 1. Образец карточки I серии (№ 3).

следующих уроков необходимо разобрать все ошибки, допущенные учащимися, и предложить им выполнить работу без ошибок.

Анализ работ позволит конкретизировать подготовленность класса и выработать систему мероприятий, которые помогут ликвидировать отставание отдельных учащихся.

На конкретных примерах данной и последующих серий удобно ввести понятия погрешности, значащих и незначащих цифр, верных и сомнительных цифр. Научить практически применять правила округления и правильно выполнять первые четыре арифметических действия с приближенными значениями чисел. Объяснению и усвоению данного материала поможет плакат II (см. приложение II), повешенный в кабинете физики.

Систематическое применение в течение всей I четверти учебного года первых двух серий при индивидуальном опросе отдельных учащихся позволит значительно закрепить навыки в обращении с приближенными числами.

В начале II четверти желательно снова поставить самостоятельную работу с карточками I серии, предложив по чертежу определить массу тела, изображенного на карточке.

Приведем примерную запись решения по карточке № 3.

1. Чугун, $\rho = 7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
2. Линейные размеры: $l = 5,4 \text{ см} = 0,054 \text{ м}$; $b = 4,3 \text{ см} = 0,043 \text{ м}$; $h = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м}$.
3. Площадь основания: $S = lb$, $S = 5,4 \text{ см} \cdot 4,3 \text{ см} \approx 23 \text{ см}^2$, $S = 0,0023 \text{ м}^2$.
4. Объем тела: $V = lbh$, $V = 5,4 \text{ см} \cdot 4,3 \text{ см} \cdot 2,5 \text{ см} = 58,1 \text{ см}^3 \approx 58 \text{ см}^3$, $V = 0,00058 \text{ м}^3$.
5. $V_{\text{ост}} = 58 \text{ см}^3 - 58 \text{ см}^3 \cdot \frac{1}{10} \approx 52 \text{ см}^3$.
6. Масса тела: $m = \rho V$, $m = 7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 58,1 \text{ см}^3 = 407 \text{ г} \approx 0,41 \text{ кг}$.

Во II четверти после изучения темы «Трение» полезно предложить учащимся вопросы 7 и 8.

7. Вес тела: $P = gm$, $P = 0,407 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 3,98 \text{ Н} \approx 4,0 \text{ Н}$.
8. Сила трения: $F_{\text{тр}} = 4,0 \text{ Н} : 5 = 0,8 \text{ Н}$.

На вопрос 9 они смогут ответить, ознакомившись с понятием давления.

$$9. p = \frac{F}{S}, p = \frac{3,98 \text{ Н}}{0,0023 \text{ м}^2} = 1730 \text{ Па} \approx 1,7 \text{ кПа}.$$

Изучив в III четверти закон Архимеда, учащиеся смогут ответить на 10-й вопрос.

$$10. F_{\text{уд}} = P - F_{\text{А}}, F_{\text{уд}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} (7000 - 1030) \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 3,39 \text{ Н} \approx 3,4 \text{ Н}.$$

Отвечая на вопрос 11, учащиеся поймут, что холодное тело может отдавать внутреннюю энергию.

$$11. Q = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (-25 + 5) ^\circ\text{C} \cdot 0,406 \text{ кг} = -4380 \text{ Дж} \approx -4,4 \text{ кДж}.$$

Брусок, охлаждаясь, передает 4,4 кДж энергии охладителю.

В связи с закреплением понятия «давление» можно предложить учащимся ответить на вопрос 9 и дать это задание в виде программированного упражнения. Для этого заранее на классной доске или плакате записать необходимые для выполнения этого задания вопросы (3, 4, 6, 9, со с. 11), нумеруя их римскими цифрами.

- В о п р о с ы. I. Площадь опоры, м².
 II. Объем тела, м³.
 III. Масса тела, кг.
 IV. Давление на опору, кПа.

Кроме этого, нужно подготовить таблицы с ответами для четных и нечетных номеров карточек и коды для самоконтроля.

Ответы к карточкам
№ 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III	IV
1	0,0035	0,000076	0,41	3,9
2	0,0025	0,000027	0,16	1,1
3	0,0014	0,000087	0,65	1,7
4	0,0023	0,000014	0,24	0,53
5	0,0043	0,000058	0,46	2,5

Код для проверки:

- № 1 – 5344
 № 3 – 4513
 № 5 – 2135
 № 7 – 3243
 № 9 – 3422

Ответы к карточкам
№ 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III	IV
1	0,398	0,142	1200	4,5
2	0,231	0,111	480	1,7
3	0,445	0,179	40	8,3
4	0,278	0,0578	280	26
5	0,326	0,151	130	12

Код для проверки:

- № 2 – 3514
 № 4 – 5243
 № 6 – 1325
 № 8 – 4151
 № 10 – 2432

Таблицы вывешиваются на классной доске рядом с вопросами. Учащийся, получив ответ на вопрос I по рисунку своей карточки, смотрит на таблицу, соответствующую номеру его карточки.

Если ответ, полученный им, совпадает с одним из пяти данных в вертикальной графе I этой таблицы, то он вычислил его верно. В этом случае ученик в правом верхнем углу рабочего листа записывает номер строчки, на которой находится в таблице этот ответ. Если же подходящего ответа в графе I нет, то ученик должен внимательно проверить решение, а при необходимости обратиться к учителю за советом.

Затем учащийся отвечает на второй вопрос и сверяет полученный ответ с числами в вертикальной графе II. Номер строчки, соответствующей правильному ответу, записывает на листке и т. д.

В результате выполнения всей работы в верхнем правом углу листа появится число, состоящее из столько цифр, сколько было вопросов. В нашем случае четырехзначное число. Если оно совпадает с кодовым числом для данного номера карточки, то решение выполнено правильно.

Такой прием программирования прост и часто используется. Он позволяет учащемуся проводить самопроверку на каждом этапе решения, помогает учителю вовремя давать советы и облегчает быструю предварительную проверку. Передавая коды лаборанту, самому ученику или его соседу по столу, учитель может добиваться большого эффекта в обучении без особой перегрузки.

Вопросы к карточкам I серии «Бруски»

1. Запишите название вещества, из которого сделано тело, изображенное на рисунке карточки, и, используя справочник, укажите плотность этого вещества.
2. Запишите линейные размеры тела, выразив их в сантиметрах и в метрах (по стандарту линейные размеры тел на чертежах дают в миллиметрах).
3. Вычислите площадь основания тела (см² и м²).
4. Вычислите объем тела (см³ и м³).
5. Какой объем вещества останется у тела, если при высверливании дыры 10% этого вещества уйдет в стружку?
6. Вычислите массу тела, изображенного на рисунке карточки.
7. Какой вес имеет это тело?
8. Какую силу нужно приложить к телу для его равномерного перемещения по горизонтальной поверхности, если сила трения составляет пятую часть веса тела?
9. Какое давление на горизонтальную опору оказывает это тело?
10. Какая сила потребуется, чтобы удерживать в равновесии это тело на весу при полном его погружении в морскую воду с плотностью, равной $\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$? Куда должна быть направлена эта сила?
11. Какое количество теплоты отдаст этот брусок при охлаждении от -5 до -25 °C?

II СЕРИЯ — «МЕНЗУРКИ»

На рисунках карточек II серии (рис. 2) слева изображены измерительные цилиндры — мензурки, в которых находится определенный объем жидкости, например керосина. Справа дано изображение той же мензурки с погруженным в жидкость твердым телом. Новое положение уровня жидкости отмечено штриховой линией.

Вверху указана масса пустой мензурки, а внизу дано название вещества тела, погруженного в жидкость.

Первый раз карточки II серии целесообразно использовать для проверки усвоения и приобретения умений и навыков, полученных на первой лабораторной работе в VII классе. Учащимся, сидящим за столом слева, раздают карточки с нечетными номерами, а сидящим справа — с четными и предлагают ответить на три первых вопроса.

Эту часть задания полезно дать в виде программированного упражнения, подготовив его так, как было описано в I серии (см. с. 10, 11).

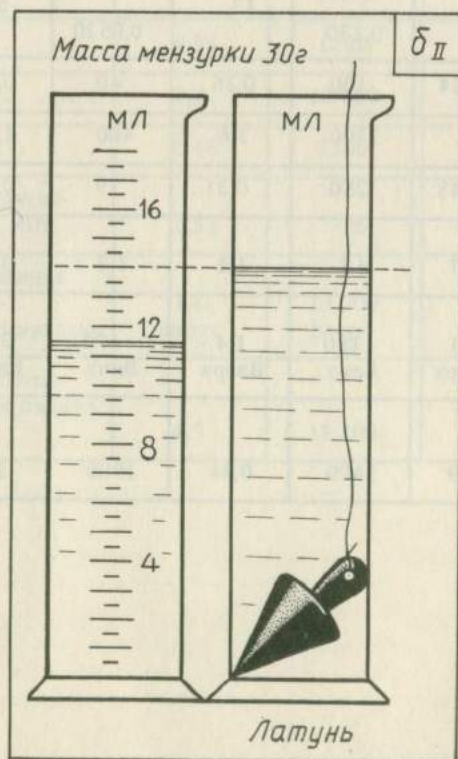


Рис. 2. Образец карточки II серии (б).

Пример программированного упражнения

В о п р о с ы. I. Цена деления мензурки, мл.

II. Объем жидкости в мензурке, мл.

III. Верхний предел измерения мензуркой, мл.

Ответы к карточкам

№ 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III
1	5	280	300
2	0,5	46	450
3	10	220	90
4	2	7,4	180
5	0,2	115	18

Код для проверки:

№ 1 — 423

№ 3 — 154

№ 5 — 132

№ 7 — 312

№ 9 — 545

Ответы к карточкам

№ 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III
1	10	19,0	4,5
2	5	1,7	45
3	1	11,5	225
4	0,1	53	90
5	0,5	110	22,5

Код для проверки:

№ 2 — 344

№ 4 — 512

№ 6 — 535

№ 8 — 253

№ 10 — 421

При подготовке учащихся к выполнению первой лабораторной работы целесообразно воспользоваться самодельным плакатом (см. приложение III) со сменными числами на шкале мензурки. С помощью этого плаката легко развивать у школьников навыки отсчета по шкалам.

Обсуждая с учащимися лабораторную работу по измерению объема жидкости мензуркой, надо четко определить понятия: средства измерения, шкала, отметки (или штрихи), оцифрованные отметки, деление, цена деления, результат измерения. Для этого полезно вывесить плакат IV (см. приложение IV), чтобы учащиеся постепенно привыкали к новым терминам. На этом плакате сделана выборка из приложения к книге В. П. Демковича и Н. Л. Прайсмана «Приближенные вычисления в школьном курсе физики» (М.: Просвещение, 1983.— С. 99—100).

На всех рисунках карточек этой серии уровни жидкости совпадают с какой-либо отметкой (штрихом) шкалы. Чтобы найти цену деления, надо модуль разности двух соседних оцифрованных отметок, между которыми расположен уровень жидкости, разделить на число делений в этом диапазоне:

$$c = \frac{V_n - V_{n-1}}{n}$$

Умножив цену деления на число делений от уровня жидкости до нижней оцифрованной отметки и прибавив ее численное значение, получим результат измерения в миллилитрах.

Покажем на примере карточки «б», как выполнить предлагаемые задания.

1. Цена деления мензурки:

$$c = \frac{12,0 \text{ мл} - 8,0 \text{ мл}}{8} = 0,5 \text{ мл.}$$

2. Объем керосина в мензурке:

$$V_k = 0,5 \text{ мл} \cdot 7 + 8,0 \text{ мл} = 11,5 \text{ мл.}$$

3. Верхний предел измерения мензуркой равен 18 мл.

Абсолютно точно измерить какую-либо физическую величину невозможно и надо уметь показать границы, между которыми лежит истинная величина. Указать абсолютную погрешность измерения. На всех рисунках карточек она равна половине цены деления шкалы мензурки. Ее округляют до одной значащей цифры, а численное значение результата измерения уточняют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности.

Так для карточки «б»:

4. Абсолютная погрешность измерения

$$\Delta V = \frac{0,5 \text{ мл}}{2} = 0,25 \text{ мл} \approx 0,3 \text{ мл.}$$

Результат измерения вместе с погрешностью

$$V_k = (11,5 \pm 0,3) \text{ мл.}$$

Такая запись показывает, что истинное значение объема керосина в мензурке больше 11,2 мл, но меньше 11,8 мл.

На практике часто указатель устанавливается между отметками. Тогда за отсчет принимают середину интервала между ними независимо от того, к какой из них указатель лежит ближе.

Используя эту серию карточек при индивидуальных опросах в течение всей I четверти, можно подготовить учащихся к измерениям по шкалам других приборов.

Поставив вопрос «Какую часть погрешность составляет от истинного значения (практически от результата)?», учитель получит ответ — $\frac{\Delta V}{V}$. Это отношение называется относительной погрешностью и часто выражается в процентах.

Для карточки «б» оно будет равно:

$$\varepsilon = \frac{0,25 \text{ мл}}{11,5 \text{ мл}} \approx 0,217, \text{ или } 2,2\%$$

Чем меньше относительная погрешность, тем точнее выполнено измерение физической величины.

Программой по физике VII—VIII классов не предусматривается проводить строгую оценку погрешностей при расчетах ни на лабораторных работах, ни в решении задач. Поэтому для получения ответов на вопросы этой серии достаточно производить действия по правилам подсчета цифр, которые используются в математике.

Продолжим пример решения по карточке «б».

6. Общий объем керосина и твердого тела определяем по шкале первого рисунка:

$$V_{об} = (14,0 \mp 0,3) \text{ мл.}$$

Тогда объем твердого тела, погруженного в мензурку, будет равен модулю разности найденных объемов:

$$V_T = 14,0 \text{ мл} - 11,5 \text{ мл} = 2,5 \text{ мл} = 2,5 \text{ см}^3.$$

7. Массу твердого тела вычисляем по плотности и объему латуни $m = \rho V$:

$$m_T = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 2,5 \text{ см}^3 \approx 21,3 \text{ г} \approx 21 \text{ г.}$$

8. Массу керосина вычисляем по его плотности и объему:

$$m_k = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 11,5 \text{ см}^3 = 9,2 \text{ г.}$$

9. Чтобы вычислить вес мензурки с керосином, надо общую массу (мензурки, равную 30 г, и керосина), выраженную в килограммах, умножить на 9,8 Н/кг:

$$P = 9,8 \text{ Н/кг} (0,0092 + 0,030) \text{ кг} \approx 0,384 \text{ Н} \approx 0,38 \text{ Н.}$$

Вопросы к карточкам II серии «Мензурки»

1. Определите цену деления мензурки.
2. Каков объем керосина в мензурке?
3. Определите верхний предел измерения объема мензуркой.
4. Чему равна абсолютная погрешность измерения, если считать ее равной половине цены деления шкалы? Запишите результат измерения с указанием погрешности.
5. Выразите относительную погрешность в процентах.
6. Каков объем твердого тела, опущенного в мензурку?
7. Вычислите по плотности вещества массу этого тела.
8. Вычислите массу керосина, налитого в мензурку.
9. Сколько весит эта мензурка вместе с керосином? (Масса самой мензурки указана на карточке.)

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Цена деления шкалы, мм	2	1	5	0,5	5	0,5	10	5	0,2	0,1	20	0,5
2. Объем керосина в мензурке, мл . . .	46	53,0	115	19,0	220	11,5	280	110	7,4	1,70	340	11,5
3. Верхний предел измерения объема мензуркой, мл	90	90	180	45	450	22,5	450	225	18	4,5	900	18
4. Абсолютная погрешность, мл (±) . . .	1	0,5	3	0,3	3	0,3	5	3	0,1	0,05	10	0,3
5. Относительная погрешность, %	2,2	1	2,2	1,6	1,4	2,6	1,8	2,7	1,4	2,9	2,9	2,2
6. Объем твердого тела, опущенного в мензурку, см ³	12	31	30	6,5	115	4,0	110	70	3,4	0,15	200	2,5
7. Масса этого тела, г	100	240	81	15	310	36	1160	180	27	2,9	2300	21
8. Масса керосина в мензурке, г	37	42	92	15	180	9,2	220	88	5,9	1,4	270	9,2
9. Вес мензурки с керосином, Н	1,2	1,2	2,1	0,64	3,9	0,48	4,9	2,5	0,40	0,21	7,1	0,38

III СЕРИЯ — «ДАВЛЕНИЕ В ЖИДКОСТИ»

На карточках III серии изображены сосуды разной формы, в которые налита жидкость и опущено тело (рис. 3). Рядом дана аксонометрическая проекция этого тела с указанием размеров. Название жидкости и площадь дна сосуда подписаны внизу карточки.

После вывода формулы для расчета давления в жидкости полезно по рисункам карточек данной серии определить значение давления жидкости на дно сосуда и вычислить силу, с которой жидкость действует на дно, т. е. ответить на вопросы 1 и 2.

Вопросы 3—7 помогут закрепить понятие выталкивающей силы, а ответы на вопросы 8 и 9 убедят в том, что числовое значение архимедовой силы равно весу вытесненной телом жидкости.

Пример решения по карточке № 6.

1. Давление жидкости на дно сосуда:

$$p = g\rho h. \quad p = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,8 \text{ м} = 14\,400 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \approx 14 \text{ кПа.}$$

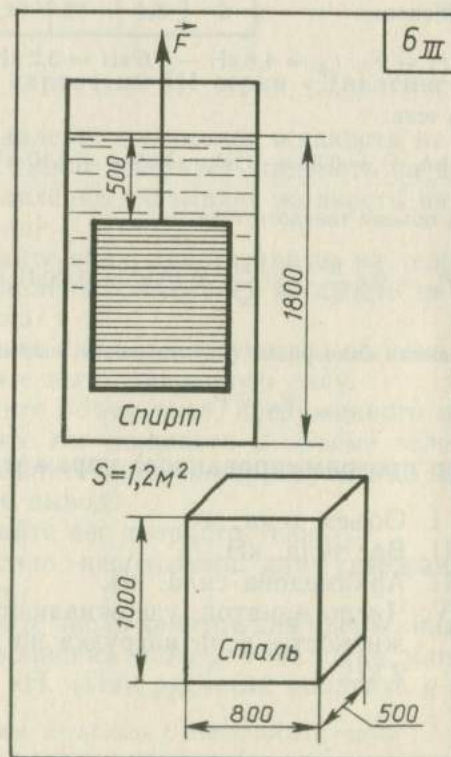


Рис. 3. Образец карточки III серии (№ 6).

2. Сила, действующая на дно сосуда:

$$F = pS, F = 14\,400 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 1,2 \text{ м}^2 = 16\,900 \text{ Н} \approx 17 \text{ кН}.$$

3. Давление жидкости на нижнюю поверхность тела:

$$p_1 = g\rho h_1, p_1 = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,5 \text{ м} = 11\,800 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \approx 12 \text{ кПа}.$$

4. Сила, действующая на тело снизу:

$$F_1 = p_1 S_1, F_1 = 1,2 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,40 \text{ м}^2 = 4800 \text{ Н} = 4,8 \text{ кН}.$$

5. Давление жидкости на верхнюю поверхность тела:

$$p_2 = g\rho h_2, p_2 = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,50 \text{ м} = 4000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 4,0 \text{ кПа}.$$

6. Сила, действующая на тело сверху:

$$F_2 = p_2 S_2, F_2 = 4000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,40 \text{ м}^2 = 1600 \text{ Н} = 1,6 \text{ кН}.$$

7. Выталкивающая сила:

$$F_A = F_1 - F_2, F_A = 4,8 \text{ кН} - 1,6 \text{ кН} = 3,2 \text{ кН}.$$

8. Объем твердого тела:

$$V = lsh, V = 0,80 \text{ м} \cdot 0,50 \text{ м} \cdot 1,00 \text{ м} = 0,40 \text{ м}^3.$$

9. Вес жидкости в объеме твердого тела:

$$P_{\text{ж}} = g\rho_{\text{ж}}V, P_{\text{ж}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,40 \text{ м}^3 = 3200 \text{ Н} = 3,2 \text{ кН}.$$

Вывод: выталкивающая сила равна весу жидкости, вытесненной телом:

$$F_A = P_{\text{ж}}.$$

Пример программированного упражнения

В о п р о с ы.

- I. Объем тела, м³.
- II. Вес тела, кН.
- III. Архимедова сила, кН.
- IV. Число канатов, удерживающих тело внутри жидкости, если нагрузка на канат не более 2 кН.

Ответы к карточкам № 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III	IV
1	0,080	21	0,57	11
2	0,26	26	0,64	7
3	0,36	2,2	2,1	4
4	0,80	7,1	2,9	1
5	0,40	23	8,0	12

Код для проверки:

№ 1 – 4152

№ 3 – 3245

№ 5 – 1423

№ 7 – 1314

№ 9 – 2531

Ответы к карточкам № 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III	IV
1	0,26	7,2	3,2	14
2	0,60	5,4	2,3	17
3	0,40	31	2,0	3
4	0,20	20	5,0	10
5	0,29	37	1,8	2

Код для проверки:

№ 2 – 3512

№ 4 – 4235

№ 6 – 3311

№ 8 – 5123

№ 10 – 1454

Вопросы к карточкам III серии «Давление в жидкости»

1. Какое давление оказывает жидкость на дно сосуда?
2. С какой силой действует жидкость на дно?
3. Какое давление оказывает жидкость на нижнюю поверхность тела?
4. Рассчитайте силу, действующую на тело снизу.
5. Какое давление оказывает жидкость на верхнюю поверхность тела?
6. Определите силу, действующую на тело сверху.
7. Вычислите выталкивающую силу.
8. Определите объем тела, погруженного в жидкость.
9. Вычислите вес жидкости в объеме тела, погруженного в нее, и сравните полученный результат с ответом на вопрос 7. Сделайте вывод.
10. Рассчитайте вес твердого тела.
11. Какая сила необходима для удержания этого тела в жидкости?
12. Определите число канатов для удержания тела в жидкости, если безопасная нагрузка на один канат составляет не более 2 кН. (При расчетах полагать $g \approx 10 \text{ Н/кг}$.)

Примечание к таблице с ответами III серии.

На вопросы 3 и 5 для карточек № 9, 10 и «б» даны по два ответа, так как тела имеют по две плоскости одного названия, лежащие на разных глубинах.

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Давление на дно сосуда, кПа	20	12	16	11	13	14	9,9	17	14	14	18	16
2. Сила, с которой жидкость действует на дно сосуда, кН	240	96	80	22	38	17	25	67	43	36	72	48
3. Давление на нижнюю поверхность тела, кПа	12	11	9,6	8	6,4	12	7,8	14	13/4,8	11/4,3	14	11/9,6
4. Сила, действующая на тело снизу, кН	9,6	4,5	5,8	3,2	1,3	4,8	0,78	3,5	4,9	4,3	7,0	5,1
5. Давление на верхнюю поверхность тела, кПа	2,0	3,2	4,8	3,0	3,2	4,0	2,1	4,8	3,2/11	2,8/9,9	4,0	4,8/6,4
6. Сила, действующая на тело сверху, кН	1,6	1,3	2,9	1,2	0,64	1,6	0,21	1,2	2,8	2,5	2,0	2,9
7. Выталкивающая сила, кН	8,0	3,2	2,9	2,0	0,64	3,2	0,57	2,3	2,1	1,8	5,0	2,2
8. Объем твердого тела, м ³	0,80	0,40	0,36	0,20	0,080	0,40	0,080	0,29	0,26	0,26	0,50	0,28
9. Вес жидкости в объеме тела, кН	8,0	3,2	2,9	2,0	0,64	3,2	0,57	2,3	2,1	1,8	5,0	2,2
10. Вес твердого тела, кН	21	37	26	5,4	7,1	31	2,2	7,2	23	20	14	24
11. Сила для удержания тела в жидкости, кН	13	32	23	3,4	6,5	28	1,6	4,9	21	18	8,5	22
12. Число канатов, необходимое для удержания тела в жидкости	7	17	12	2	4	14	1	3	11	10	5	11

IV СЕРИЯ — «БАРОМЕТРЫ»

На рисунках карточек IV серии справа изображены барометры-анероиды (рис. 4), которые показывают атмосферное давление в гектопаскалях у подошвы горы. Слева изображен ртутный сифонный барометр, измеряющий атмосферное давление в одно время с anerоидом, но уже на горе. Высота его ртутного столба отмечена размерной линией и дана в миллиметрах.

После изучения барометров учащимся предлагается измерить атмосферное давление по anerоиду и вычислить силу, с которой воздух действует на площадку, указанных внизу карточки размеров.

Другой раз рекомендуется использовать эту серию после выяснения причин уменьшения атмосферного давления с высотой. Полагая, что это уменьшение происходит вблизи Земли на 1 мм рт. ст. с подъемом на каждые 12 м, учащимся предлагается определить высоту, на которой находится ртутный барометр.

Отвечая на вопросы этой серии, учащиеся вырабатывают навыки не только отсчета по шкале, но и в переводе одних единиц давления в другие.

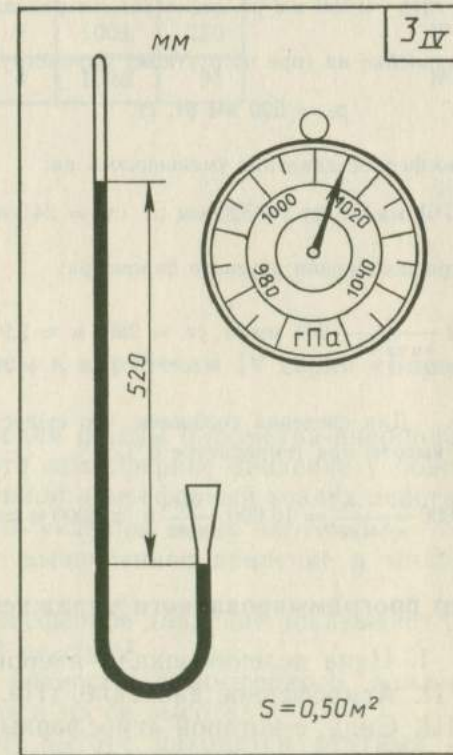


Рис. 4. Образец карточки IV серии (№ 3).

Пример решения по карточке № 3.

1. Цена деления шкалы anerоида:

$$c = \frac{1020 - 1000}{4} \text{ гПа} = 5 \text{ гПа.}$$

2. Атмосферное давление у подошвы горы:

$$5 \text{ гПа} \cdot 3 + 1000 \text{ гПа} = 1015 \text{ гПа.}$$

$$p_1 = (1015 \pm 3) \text{ гПа.}$$

3. Сила, с которой атмосферный воздух действует на площадку:

$$F = 101500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,50 \text{ м}^2 = 50750 \text{ Н} \approx 51 \text{ кН.}$$

4. Атмосферное давление у подошвы горы, выраженное в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.): если $1000 \text{ гПа} = 750 \text{ мм рт. ст.}$,

то

$$1 \text{ гПа} = 0,75 \text{ мм рт. ст.},$$

тогда

$$p_1 = 1015 \cdot 0,750 \text{ мм рт. ст.} = 761 \text{ мм рт. ст.}$$

5. Атмосферное давление на горе по ртутному барометру:

$$p_2 = 520 \text{ мм рт. ст.}$$

6. С высотой атмосферное давление уменьшилось на:

$$p_1 - p_2 = 761 \text{ мм рт. ст.} - 520 \text{ мм рт. ст.} = 241 \text{ мм рт. ст.}$$

7. Высота места расположения ртутного барометра:

$$h = 12 \frac{\text{м}}{\text{мм рт. ст.}} \cdot 241 \text{ мм рт. ст.} = 2892 \text{ м} \approx 2,9 \text{ км.}$$

Примечание. Для сведения сообщаем, что существует практическая формула для расчета высоты при температуре 0°C :

$$h = 16000 \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2} = 16000 \cdot \frac{241}{1281} \text{ м} \approx 3000 \text{ м} \approx 3 \text{ км.}$$

Пример программированного упражнения

- В о п р о с ы.**
- I. Цена деления шкалы anerоида, гПа.
 - II. Атмосферное давление, гПа.
 - III. Сила, с которой атмосферный воздух действует на площадку заданных в карточке размеров, кН.

**Ответы к карточкам
№ 1, 3, 5, 7, 9**

	I	II	III
1	5	994	59
2	3	1007	150
3	1	1010	51
4	2	1015	91
5	4	985	20

Код для проверки:

- № 1 – 325
№ 3 – 143
№ 5 – 151
№ 7 – 134
№ 9 – 312

**Ответы к карточкам
№ 2, 4, 6, 8, 10**

	I	II	III
1	3	1037	41
2	2	1025	72
3	1	1038	1000
4	5	1005	210
5	4	1026	93

Код для проверки:

- № 2 – 421
№ 4 – 352
№ 6 – 335
№ 8 – 443
№ 10 – 314

Вопросы к карточкам IV серии «Барометры»

1. Цена деления шкалы барометра-анероида.
2. Определите атмосферное давление у подошвы горы.
3. С какой силой атмосферный воздух действует на площадку, размеры которой указаны внизу карточки?
4. Выразите вычисленное давление в миллиметрах ртутного столба.
5. Какое атмосферное давление показывает ртутный барометр, расположенный на горе?
6. Какова разность атмосферного давления, измеренного у подошвы горы и на ее высоте?
7. На какой высоте находится ртутный барометр, если с подъемом на каждые 12 м атмосферное давление убывает на 1 мм рт. ст.?

Таблица IV

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Цена деления шкалы барометра-анероида, гПа	1	5	5	1	5	1	5	5	1	1	5	1
2. Атмосферное давление у подошвы горы, гПа Абсолютная погрешность, гПа (\pm)	1007 0,5	1025 3	1015 3	1026 0,5	985 3	1038 0,5	1010 3	1005 3	994 0,5	1037 0,5	990 3	1007 0,5
3. Сила, действующая на площадку, кН	20	41	51	72	59	93	91	1000	150	210	79	50
4. Давление у подошвы горы, мм рт. ст.	755	769	761	770	739	779	757	754	746	778	743	755
5. Атмосферное давление на горе, мм рт. ст.	700	540	520	650	520	730	730	650	660	650	550	660
6. Разность давлений, мм рт. ст.	55	229	241	120	219	49	27	104	86	128	193	95
7. Высота горы, км	0,66	2,7	2,9	1,4	2,6	0,59	0,32	1,2	0,98	1,5	2,3	1,1

V СЕРИЯ — «МАНОМЕТРЫ»

На карточках V серии изображены два сосуда, соединенные между собой трубкой, в которой имеется кран. Жидкостный ртутный манометр указывает давление газа в левом сосуде объемом V_1 , а металлический — давление в правом сосуде объемом V_2 (рис. 5).

На всех карточках, кроме 9, 10 и «б», изображены открытые ртутные манометры. Разность столбов ртути этих манометров показывает, на сколько давление газа в сосуде V_1 больше (+) или меньше (—), чем давление окружающего наружного воздуха. Атмосферное давление указано на карточках. Чтобы получить абсолютное давление газа в сосуде, надо либо прибавить к атмосферному давлению давление, показываемое ртутным манометром, либо это давление из атмосферного вычитать. Предварительно оба давления надо выразить в одних единицах.

В закрытых манометрах (карточки 9, 10, «б»), у которых конец левой трубки запаян и над ртутью нет воздуха, разность ртутных столбов сразу показывает абсолютное давление газа в сосуде V_1 .

В правом сосуде давление измеряется металлическими манометрами двух типов. Одни манометры (карточки 1, 2, 3, 5, 6, 8, «а») показывают, на сколько давление в сосуде больше атмосферного. В нерабочем состоянии стрелка этих манометров стоит на нуле. Другие манометры (вакуумметры) (карточки 4, 7, 9, 10, «б») сразу показывают абсолютное давление газа в сосуде. В нерабочем состоянии их стрелка стоит не на нуле. По мере разрежения воздуха в сосуде она перемещается к нулевому делению и при полном вакууме доходит до 0.

Карточки данной серии помогут учителю ознакомить учащихся с приемами измерения давления газов в закрытых сосудах, потренировать их в определении цены деления шкал манометров, в снятии показаний, в переводе одних единиц давления в другие.

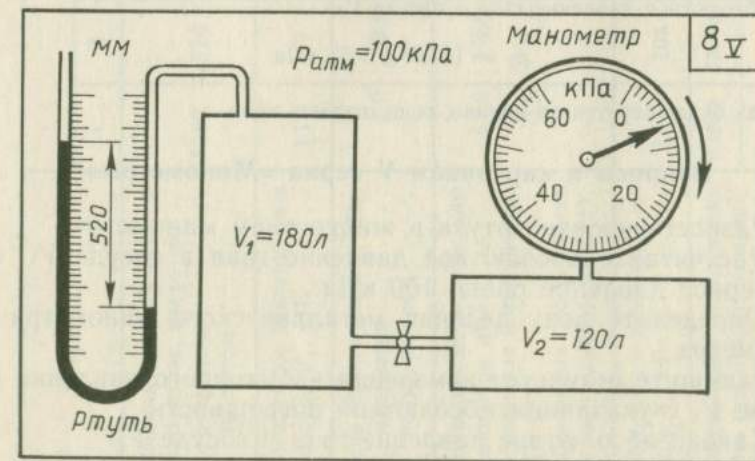


Рис. 5. Образец карточки V серии (№ 8).

Пример решения по карточке № 8.

1. Разность уровней ртути в открытом манометре:

$$h = 520 \text{ мм рт. ст.}$$

2. Абсолютное давление газа в сосуде V_1 :

$$p_1 = 100 \text{ кПа} + 520 \text{ мм рт. ст.} \cdot 0,133 \frac{\text{кПа}}{\text{мм рт. ст.}} = 169 \text{ кПа.}$$

3. Цена деления шкалы металлического манометра:

$$c = \frac{20,0 - 0}{20} \text{ кПа} = 1,0 \text{ кПа.}$$

4. Избыточное давление газа по металлическому манометру в сосуде V_2 :

$$p_{\text{изб}} = (7,0 \pm 0,5) \text{ кПа.}$$

5. Абсолютное давление газа в сосуде V_2 :

$$p_2 = 100 \text{ кПа} + 7,0 \text{ кПа} = 107 \text{ кПа.}$$

6. После открытия крана газ будет перетекать вправо из сосуда V_1 в сосуд V_2 до тех пор, пока не сравняются давления.

Пример решения по карточке «б».

1. Разность уровней ртути в закрытом манометре:

$$h = 152 \text{ мм рт. ст.}$$

2. Абсолютное давление газа в сосуде V_1 :

$$p_1 = 152 \text{ мм рт. ст.} \cdot 0,133 \frac{\text{кПа}}{\text{мм рт. ст.}} = 20 \text{ кПа.}$$

3. Цена деления шкалы вакуумметра:

$$c = \frac{30,0 - 10,0}{20} \text{ кПа} = 1,0 \text{ кПа.}$$

5. Абсолютное давление газа в сосуде V_2 :

$$p_2 = (17,0 \pm 0,5) \text{ кПа.}$$

6. Газ будет перетекать вправо, если открыть кран.

Вопросы к карточкам V серии «Манометры»

1. Разность уровней ртути в жидкостном манометре.
2. Рассчитайте абсолютное давление газа в сосуде V_1 , если атмосферное давление равно 100 кПа.
3. Определите цену деления металлического манометра или вакуумметра.
4. Запишите результат измерения избыточного давления газа в сосуде V_2 с указанием абсолютной погрешности.
5. Каково абсолютное давление газа в сосуде V_2 ?
6. В каком направлении и до каких пор будет перетекать газ, если открыть кран?

Таблица V

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Разность уровней ртути в манометрах, мм рт. ст. открытом закрытом	+280	-320	-680	+140	+340	+120	+68	+520	-180	-60	+140	-152
2. Абсолютное давление газа в сосуде V_1 , кПа	137	57	10	119	145	116	109	169	24	8,0	119	20
3. Цена деления шкалы, кПа: манометра вакуумметра	1,0	0,5	0,2	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	0,5	1,0
4. Показание металлического манометра, кПа Абсолютная погрешность, кПа (\pm) Абсолютная погрешность по вакуумметру, кПа (\pm)	67,0 0,5 -	8,0 0,3 -	2,6 0,1 -	- - 0,5	3,5 0,3 -	28,0 0,5 -	- - 0,5	7,0 0,5 -	- - -	- - 0,5	6,0 0,3 -	- - 0,5
5. Абсолютное давление в сосуде V_2 , кПа	167	108	126	73,0	106	128	87,0	107	67,0	4,70	106	17,0
6. Направление перетекания газа при открытом кране	Влево	Влево	Влево	Вправо	Вправо	Влево	Вправо	Вправо	Влево	Вправо	Вправо	Вправо

VI СЕРИЯ — «ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС»

На карточках VI серии даны схематические рисунки гидравлических прессов (рис. 6). Увеличенная шкала манометра позволяет оценить давление масла. Это давление вызывается действием силы F на конец рукоятки рычага, движущего малый поршень вниз. Такое же давление по закону Паскаля передается на большой поршень, который, поднимаясь вверх, сжимает брусок из металла.

По рисункам карточек этой серии прежде всего следует изучить устройство и действие гидравлического пресса. При этом полезно продемонстрировать действующую модель пресса и обратить внимание учащихся на единицу давления — мегапаскаль ($1 \text{ МПа} = 1\,000\,000 \text{ Па}$). После этого дать задание на расчет сил, действующих на поршни, и на вычисление выигрыша в силе. Наглядно показать, что при этом получается такой же проигрыш в высоте.

Пример решения по карточке № 5.

1. Цена деления шкалы манометра:

$$c = \frac{10-5}{10} \text{ МПа} = 0,5 \text{ МПа}.$$

2. Давление масла по манометру:

$$p = (9,0 \pm 0,3) \text{ МПа}.$$

3. Сила, действующая на большой поршень пресса:

$$F_2 = pS_2, F_2 = 9000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot 0,0060 \text{ м}^2 = 54 \text{ кН}.$$

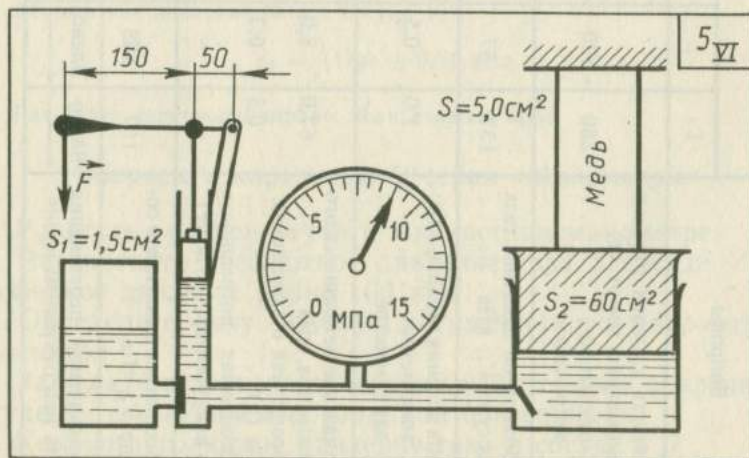


Рис. 6. Образец карточки VI серии (№ 5).

4. Сила, действующая на малый поршень пресса:

$$F_1 = pS_1, F_1 = 9000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot 0,00015 \text{ м}^2 = 1,35 \text{ кН} \approx 1,4 \text{ кН}.$$

5. Сила увеличилась в $54\,000 \text{ Н} : 1350 \text{ Н} = 40$ раз, как и площадь поршней: $60 \text{ см}^2 : 1,5 \text{ см}^2 = 40$. Однако большой поршень при этом поднялся на высоту, в 40 раз меньшую, чем та, на которую опустился малый поршень, так как определенный объем масла, вытесненный малым поршнем, должен распределиться теперь по большей площади, следовательно, высота этого слоя будет меньше.

В последнем разделе курса физики VII класса «Работа и мощность. Энергия» полезно снова провести работу с карточками данной серии.

По рисунку видно, что на малый поршень действуют при помощи рычага, точкой опоры которого служит его правый конец, шарнирно связанный с неподвижной опорой. На другой конец рычага действуют вниз силой F . Это усилие, увеличенное на более коротком плече во столько раз, во сколько оно меньше длинного, через тягу, шарнирно прикрепленную к рычагу, передается поршню и маслу.

6. Длинное плечо рычага ($l_1 = 150 \text{ мм} + 50 \text{ мм} = 200 \text{ мм}$) больше, чем короткое ($l_2 = 50 \text{ мм}$), в 4 раза ($200 \text{ мм} : 50 \text{ мм} = 4$). Следовательно, сила F , действующая на длинный конец рычага, должна быть в 4 раза меньше, чем та, которая действует на поршень:

$$F = 1350 \text{ Н} : 4 = 337,5 \text{ Н} \approx 340 \text{ Н}.$$

7. Если рукоятка опустится на высоту 200 мм, то малый поршень переместится на расстояние, в 4 раза меньшее ($h_1 = 200 \text{ мм} : 4 = 50 \text{ мм}$). Большой же поршень при этом переместится вверх на расстояние в 40 раз меньшее, чем малый вниз ($h_2 = 50 \text{ мм} : 40 = 1,25 \text{ мм}$).

8. Работа; а) силы, действующей на рычаг; б) силы, действующей на большой поршень пресса.

$$\text{а) } A = Fh, A = 337,5 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 67,5 \text{ Дж};$$

$$\text{б) } A_2 = F_2 h_2 = 54\,000 \text{ Н} \cdot 0,00125 \text{ м} = 67,5 \text{ Дж}.$$

Эти работы теоретически равны, но в практической жизни из-за сил сопротивления полезная работа всегда меньше полной: $A_n < A_2$. Если КПД = 85%, то полезная работа $A_n = 0,85 A_2$.

$$A_n = 0,85 \cdot 67,5 \text{ Дж} = 57,3 \text{ Дж}.$$

Зная работу и высоту подъема большого поршня, можно определить силу, которая сжимает брусок:

$$F_{\text{сж}} = \frac{A_n}{h_2}, F_{\text{сж}} = \frac{57,3 \text{ Дж}}{0,00125 \text{ м}} = 46\,000 \text{ Н} = 46 \text{ кН}.$$

9. Давление на нижнюю поверхность бруска:

$$p_{\text{сж}} = \frac{F_{\text{сж}}}{S} = \frac{46 \text{ кН}}{0,0005 \text{ м}^2} = 92\,000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 92 \text{ МПа}.$$

Пример программированного упражнения

- Вопросы. I. Давление масла, МПа.
 II. Сила, действующая на малый поршень, Н.
 III. Сила, действующая на рукоятку насоса, Н.

Ответы к карточкам № 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III
1	5,5	540	310
2	4,4	940	210
3	4,5	1350	280
4	7,2	830	340
5	9,0	1100	180

Код для проверки:

- № 1 – 315
 № 3 – 142
 № 5 – 534
 № 7 – 421
 № 9 – 251

Ответы к карточкам № 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III
1	4,8	96	180
2	1,2	540	107
3	6,4	700	150
4	2,7	1300	135
5	4,5	480	30

Код для проверки:

- № 2 – 524
 № 4 – 341
 № 6 – 152
 № 8 – 423
 № 10 – 215

Вопросы к карточкам VI серии «Гидравлический пресс»

1. Цена деления шкалы манометра.
2. Каково давление масла на поршни?
3. Вычислите силу, действующую на большой поршень.
4. Вычислите силу, действующую на малый поршень.
5. Какой выигрыш в силе получается на этом прессе? Во сколько раз проигрываем при этом в пути?
6. Какую силу надо приложить к рукоятке рычага, чтобы создать давление на масло, указанное манометром?
7. На какую высоту переместится вниз малый поршень, а вверх большой, когда рукоятка насоса опустится на 200 мм?
8. Полагая КПД пресса равным 85%, рассчитайте силу, с которой большой поршень будет давить на брусок.
9. Вычислите давление поршня на нижнюю поверхность бруска.

Таблица VI

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	a	б
1. Цена деления шкалы манометра, МПа	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,2	0,4	0,1	0,2	0,05	0,1	0,5
2. Давление масла в прессе по манометру, МПа	4,5	4,5	5,5	6,4	9,0	4,8	7,2	2,70	4,4	1,20	2,70	14,0
Абсолютная погрешность, МПа (±)	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,05	0,1	0,03	0,05	0,3
3. Сила, действующая на большой поршень пресса, кН	23	27	33	45	54	14	37	21	29	3,8	30	134
4. Сила, действующая на малый поршень пресса, кН	0,54	0,54	0,83	1,3	1,35	0,48	0,94	0,54	1,1	0,096	0,81	5,6
5. Выигрыш в силе или проигрыш в пути, раз	42	50	40	35	40	30	40	38	26	40	37	24
6. Сила, которую надо приложить к рукоятке насоса, Н	180	135	210	180	340	107	310	150	310	30	200	1600
7. Перемещение поршня при опускании рукоятки на 200 мм: а) малого поршня, мм б) большого поршня, мм	67 1,6	50 1,0	50 1,3	29 0,82	50 1,3	44 1,5	67 1,7	57 1,6	57 2,2	62 1,5	50 1,4	57 2,4
8. Сила, действующая на большой поршень с учетом общего КПД = 0,85, кН	19	23	28	38	46	12	32	17	24	3,3	25	113
9. Давление поршня на опору бруска, сжимаемого прессом, МПа	96	14	160	25	92	15	53	44	80	2,7	6,3	75

VII СЕРИЯ — «ГРАФИК ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ»

На карточках VII серии показаны графики изменения температуры тела со временем (рис. 7). Вверху карточки указаны масса тела и вещество, из которого оно состоит. Внизу названо топливо, сжигая которое, нагревают это тело.

Эту серию рекомендуется использовать в теме VIII класса «Теплопередача и работа». Перечертив график в тетрадь, учащиеся записывают значения температур: начальной и конечной, максимальной и минимальной — и готовят ответ на вопрос: как изменялась внутренняя энергия тела на отдельных этапах и в целом?

Им можно предложить придумать дома разумную легенду к этому графику. При обсуждении легенд полезно провести работу по пропаганде правил пожарной безопасности.

После изучения формулы для расчета изменения количества теплоты следует предложить учащимся ответить на вопросы 2 и 3. А изучив в конце темы понятие удельной теплоты сгорания топлива, учащиеся смогут ответить на вопрос 4.

Пример решения по карточке «а».

1. Температуры тела по графику:

начальная $t_n = -10^\circ\text{C}$, конечная $t_k = 70^\circ\text{C}$;
наибольшая $t_{\max} = 80^\circ\text{C}$, наименьшая $t_{\min} = -10^\circ\text{C}$.

В течение первых 5 мин тело нагревалось от -10 до 40°C и внутренняя энергия свинца увеличивалась. Следующие 5 мин свинец отдавал энергию, и его температура понизилась до 20°C . Затем он снова нагревался до 80°C , увеличивая свою внутреннюю энергию, последние 5 мин он передавал энергию окружающим телам и остыл до 70°C . В целом его внутренняя энергия увеличилась.

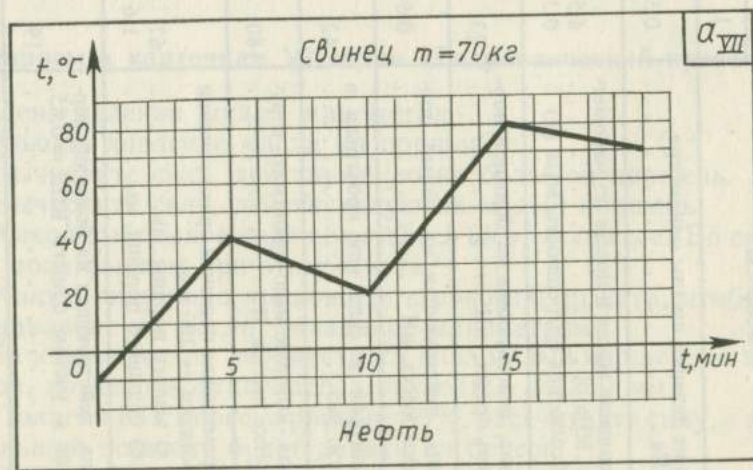


Рис. 7. Образец карточки VII серии (а).

2. Полное изменение внутренней энергии тела:

$$\Delta Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ или } \Delta Q = cm(t_k - t_n),$$

где

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \text{ — удельная теплоемкость свинца, а } cm = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 70 \text{ кг} = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \text{ — теплоемкость тела.}$$

$$Q_1 = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot [40^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})] = 490\,000 \text{ Дж} = 490 \text{ кДж.}$$

$$Q_2 = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot (20^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = -196\,000 \text{ Дж} = -196 \text{ кДж.}$$

$$Q_3 = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot (80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 588\,000 \text{ Дж} = 588 \text{ кДж.}$$

$$Q_4 = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot (70^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}) = -98\,000 \text{ Дж} = -98 \text{ кДж.}$$

$$\Delta Q = 490 \text{ кДж} - 196 \text{ кДж} + 588 \text{ кДж} - 98 \text{ кДж} = 784 \text{ кДж.}$$

$$\Delta Q = 9800 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot [70^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})] = 784\,000 \text{ Дж} = 784 \text{ кДж.}$$

3. Количество теплоты, полученное свинцом при нагревании:

$$Q = Q_1 + Q_3,$$

где $Q_1 = 490 \text{ кДж}$ — количество теплоты, полученной телом при первом нагревании, $Q_3 = 588 \text{ кДж}$ — количество теплоты, полученной при втором нагревании. Следовательно,

$$Q = 490 \text{ кДж} + 588 \text{ кДж} = 1078 \text{ кДж.}$$

4. Масса израсходованной нефти определяется из равенства

$$Q = qt,$$

где $q = 4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ — удельная теплота сгорания топлива. Но на нагревание тела идет только 40%, поэтому

$$q_n = 0,4 \cdot 4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 1,76 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 1,76 \cdot 10^4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Тогда расход нефти составит:

$$m = \frac{Q}{q}.$$

$$m = \frac{1078 \text{ кДж}}{1,76 \cdot 10^4 \text{ кДж/кг}} = 0,061 \text{ кг} = 61 \text{ г.}$$

Пример программированного упражнения

- Вопросы.** I. Начальная температура, °С.
 II. Конечная температура, °С.
 III. Полное изменение внутренней энергии, кДж.

Ответы к карточкам № 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III
1	40	10	0
2	20	15	-55
3	4	50	+74
4	50	20	-190
5	30	30	+15

Код для проверки:

№ 1 - 253

№ 3 - 142

№ 5 - 315

№ 7 - 431

№ 9 - 524

Ответы к карточкам № 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III
1	40	6	+83
2	60	40	-2,2
3	7	20	+80
4	50	50	-170
5	10	-20	-18

Код для проверки:

№ 2 - 425

№ 4 - 312

№ 6 - 143

№ 8 - 531

№ 10 - 254

Вопросы к карточкам VII серии «График изменения температуры»

- Какова начальная, конечная, наибольшая и наименьшая температуры тела? Как изменялась внутренняя энергия тела на отдельных этапах? Как она изменилась в целом?
- Вычислите полное изменение внутренней энергии тела.
- Какое количество теплоты получено свинцом от нагревателя?
- Сколько топлива израсходовано, если на нагревание тела идет лишь 40% энергии, выделяемой топливом при сгорании?

Таблица VII

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Температуры, °С: начальная t_n конечная t_k наибольшая t_{max} наименьшая t_{min}	20	50	40	7	4	40	50	10	30	60	-10	40
2. Полное изменение внутренней энергии, кДж	+74	-18	-55	-2,2	+15	+80	0	+83	-190	-170	+780	+13
3. Количество теплоты, израсходованное для нагревания тела, кДж	180	74	160	18	20	320	70	130	320	44	1080	13
4. Расход топлива, г	10	40	15	1,6	5,0	17	5,1	7,2	2,4	4,5	61	0,72

VIII СЕРИЯ — «ТЕРМОМЕТРЫ»

На рисунках карточек VIII серии слева изображены сосуд с водой и термометр, измеряющий температуру воды, масса которой указана (рис. 8). Справа изображен тот же сосуд, но после погружения в него тела, вещество и масса которого также указаны в карточках.

Правые термометры показывают температуру, установившуюся после погружения в сосуд с водой указанного тела.

При ознакомлении учащихся с устройством термометров и правилами пользования ими, полезно использовать плакат термометра со сменными шкалами (см. приложение V). Он поможет закрепить навыки в определении цены деления шкалы прибора, в отсчете температуры по разным шкалам. После этого можно предложить учащимся ответить на первые четыре вопроса. К остальным вопросам следует вернуться после выполнения учащимися лабораторных работ на сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры и на определение удельной теплоемкости твердого тела.

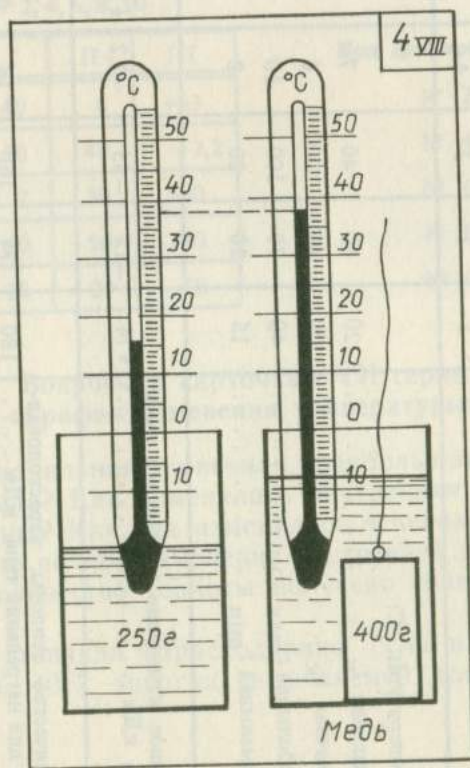


Рис. 8. Образец карточки VIII серии (№ 4).

Пример решения по карточке № 4.

1. Цена деления шкалы термометра:

$$c = \frac{20,0 - 10,0}{10} \text{ } ^\circ\text{C} = 1,0 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_n = -15 \text{ } ^\circ\text{C}, t_n = 55 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2. Температура воды до погружения тела:

$$t_1 = (16,0 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

3. Температура воды и тела после его погружения:

$$t_2 = (38,0 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

4. Температура воды увеличилась на:

$$t_2 - t_1 = 38 \text{ } ^\circ\text{C} - 16 \text{ } ^\circ\text{C} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

5. Количество теплоты, полученное водой от нагретого тела:

$$Q_B = c_B m_B (t_2 - t_1),$$

$$Q_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,25 \text{ кг} \cdot 22 \text{ } ^\circ\text{C} = 23\,100 \text{ Дж} = 23 \text{ кДж}.$$

6. Изменение температуры тела:

$$(t_T - t_2) = \frac{Q_T}{c_T m_T},$$

где $Q_T = Q_B$, так как по условию потери энергии при теплообмене отсутствуют;

$c_T = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ — удельная теплоемкость меди; $c_T m_T = 160 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$ — теплоемкость тела.

$$(t_T - t_2) = \frac{23\,100 \text{ Дж}}{160 \text{ Дж}/^\circ\text{C}} = 143 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

7. Начальная температура тела t_T :

$$t_T = 143 \text{ } ^\circ\text{C} + t_2,$$

$$t_T = 143 \text{ } ^\circ\text{C} + 38 \text{ } ^\circ\text{C} = 181 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 180 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Пример программированного упражнения

- В о п р о с ы.
- I. Цена деления термометра, $^\circ\text{C}$.
 - II. Нижний предел измерения, $^\circ\text{C}$.
 - III. Верхний предел измерения, $^\circ\text{C}$.
 - IV. Температура воды до погружения тела, $^\circ\text{C}$.
 - V. Температура воды после погружения тела, $^\circ\text{C}$.
 - VI. Изменение температуры воды, $^\circ\text{C}$.

Ответы к карточкам
№ 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III	IV	V	VI
1	0,5	-12	12,4	20	36	34
2	1	-30	65	52	9,6	13
3	2	-5	60	5	56	-16
4	0,1	-2	110	44	33	4,6
5	0,2	-10	62	22	28	3

Код для проверки:

- № 1 - 253142
- № 3 - 215453
- № 5 - 232213
- № 7 - 324531
- № 9 - 541324

Ответы к карточкам
№ 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III	IV	V	VI
1	3	10	27	8	54	7
2	8	-15	124	15	26	22
3	2	-2,5	55	19	35	18
4	1	-7,5	33	32	38	20
5	0,5	-20	52	16	-2	-17

Код для проверки:

- № 2 - 352412
- № 4 - 423542
- № 6 - 534123
- № 8 - 455234
- № 10 - 541355

Вопросы к карточкам VIII серии «Термометры»

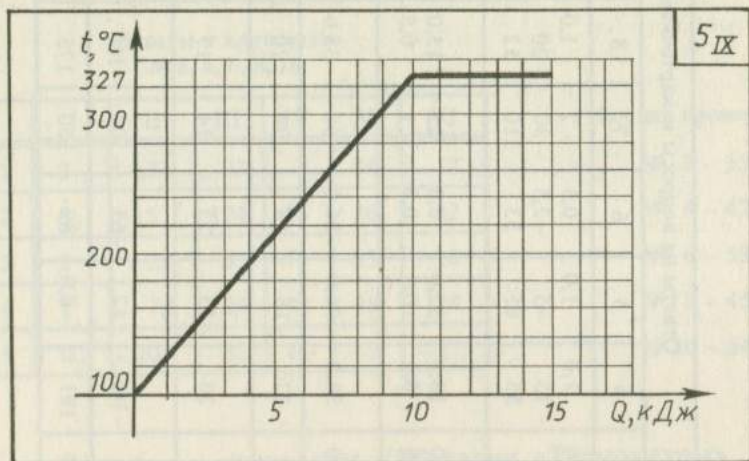
1. Определите цену деления шкалы термометра, верхний и нижний пределы его измерения.
2. Запишите температуру воды до погружения тела с указанием абсолютной погрешности.
3. Запишите температуру воды после погружения тела.
4. Увеличилась (+) или уменьшилась (-) температура воды после погружения тела?
5. Какое количество теплоты получила (+) или отдала (-) вода при отсутствии потерь энергии?
6. Нагрелось (+) или охладилось (-) тело при обмене количеством теплоты между водой и телом? Как изменилась температура тела, если теплообмен происходил без потерь энергии?
7. Вычислите начальную температуру тела, которую оно имело до погружения в воду.

Таблица VIII

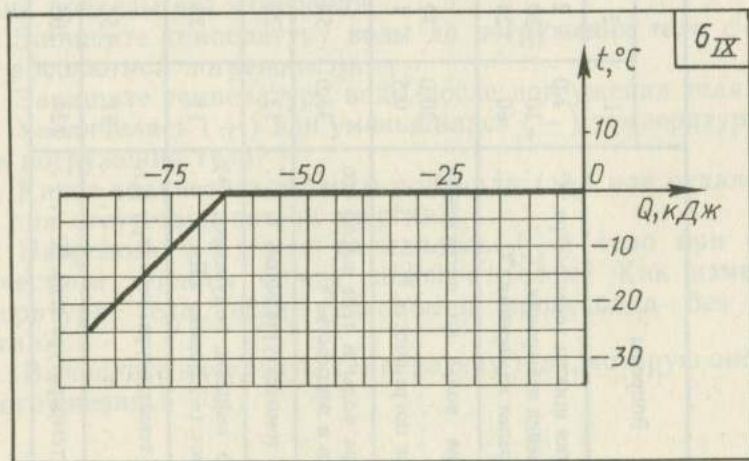
Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	a	б
1. Цена деления шкалы термометра, °C Нижний предел измерения, °C Верхний предел измерения, °C	1,0 -10 60	2 -20 124	1,0 -12 62	1,0 -15 55	1,0 -5 65	0,5 -2,5 33	2 -30 110	1,0 -20 52	0,2 -2 12,4	0,5 -7,5 27	1,0 -20 52	0,2 -0,8 13
2. Температура воды до погружения тела, °C Абсолютная погрешность, °C	20,0 0,5	32 1	44,0 0,5	16,0 0,5	52,0 0,5	8,0 0,3	22 1	15,0 0,5	5,0 0,1	19,0 0,3	16,0 0,5	9,6 0,1
3. Температура воды и тела после его погружения в жидкость, °C	33,0	54	28,0	38,0	36,0	26,0	56	35,0	9,6	-2,0	44,0	3,6
4. Изменение температуры воды, °C	13	22	-16	22	-16	18	34	20	4,6	-17	28	-6,0
5. Количество теплоты, полученное (+) или отданное (-) водой, кДж	11	28	-10	23	-13	23	14	17	9,7	-29	24	-13
6. Изменение температуры тела ($t_1 - t_2$), °C	-91	-151	67	-143	42	-63	-103	-140	-99	46	-85	50
7. Начальная температура тела, °C	124	205	-39	181	-6,0	89	160	175	108	-44	129	-46

IX СЕРИЯ — «ГРАФИКИ ПЛАВЛЕНИЯ И ОТВЕРДЕВАНИЯ»

На карточках IX серии с нечетными номерами 1, 3, 5, 7, 9 и литерой «а» изображены графики зависимости температуры кристаллического твердого тела от количества теплоты, полученной им при нагревании и плавлении (рис. 9, а). На карточках с четными номерами 2, 4, 6, 8, 10 и литерой «б» даны подобные графики, но при обратном процессе — кристаллизации и охлаждении (рис. 9, б).



а)



б)

Рис. 9. Образцы карточек IX серии:
а) график плавления (№ 5);
б) график отвердевания (№ 6).

Для упрощения расчетов полагать среднюю удельную теплоемкость твердого вещества равной значению, указанному в соответствующей таблице учебника. По таблицам учебника можно найти и название вещества, если дана его температура плавления, а также удельную теплоту плавления этого вещества.

Самостоятельная работа с карточками этой серии позволит тренировать учащихся в умении определять значение физических величин, зависимость которых представлена графически, рассчитывать по формулам теплоты ($Q = cm(t_2 - t_1)$ и $Q = \lambda m$) неизвестные величины, например массу нагреваемого или кристаллизующегося вещества. Кроме того, она поможет ученикам лучше разобраться с вопросом перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое.

Пример решения по карточке № 5.

- Масштабы на графике плавления:
а) для температуры 1 клетка — 20 °С.
б) для количества теплоты 1 клетка — 1 кДж.
- Температура плавления $t_{пл} = 327$ °С, что соответствует свинцу.
- Свинец нагрелся на 327 °С — 100 °С = 227 °С.
- При этом израсходовано количество теплоты $Q_{н} = 10$ кДж.
- Из формулы $Q_{н} = cm(t_2 - t_1)$ находим массу тела:

$$m = \frac{Q_{н}}{c(t_2 - t_1)}, \text{ где } c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}.$$

$$m_{мв} = \frac{10\,000 \text{ Дж}}{140 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{°С}) \cdot 227 \text{ °С}} = 0,375 \text{ кг} = 375 \text{ г}.$$

- Количество теплоты, израсходованное на плавление части вещества:

$$Q_{пл} = 5 \text{ кДж}.$$

- Массу части тела, вещество которой расплавилось, вычисляем из формулы

$$Q_{пл} = \lambda m_{рас}, \text{ где для свинца } \lambda = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

$$m_{рас} = \frac{Q_{пл}}{\lambda}, m_{рас} = \frac{5000 \text{ Дж}}{25\,000 \text{ Дж}/\text{кг}} = 0,2 \text{ кг} = 200 \text{ г}.$$

- Масса нерасплавившегося свинца:

$$m_{ост} = m_{тв} - m_{рас}, m_{ост} = 375 \text{ г} - 200 \text{ г} = 175 \text{ г}.$$

Пример программированного упражнения

- В о п р о с ы.
- Температура плавления, °С.
 - Энергия, изменяющая температуру, кДж.
 - Масса твердого тела, г.
 - Энергия плавления (или кристаллизации), кДж.
 - Масса вещества в жидком состоянии, г.

Ответы к карточкам
№ 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III	IV	V
1	1540	9,0	476	4,0	200
2	327	30	196	70	74
3	0	10	115	9,0	19
4	1085	5,0	375	20	152
5	232	80	75	5,0	205

Код для проверки:

№ 1 – 34 125
№ 3 – 15 342
№ 5 – 23 451
№ 7 – 42 513
№ 9 – 51 234

Ответы к карточкам
№ 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III	IV	V
1	0	-50	320	-8,0	19
2	1085	-25	91	-20	320
3	1500	-22	287	-65	77
4	327	-90	476	-30	238
5	660	-160	523	-50	191

Код для проверки:

№ 2 – 43 512
№ 4 – 51 243
№ 6 – 12 435
№ 8 – 35 124
№ 10 – 24 354

Вопросы к карточкам IX серии
«Графики плавления и отвердевания»

1. Каким значениям физических величин соответствуют деления осей графика?
2. По температуре плавления или отвердевания установите, для какого вещества приведен график.
3. Определите изменение температуры вещества.
4. Какое количество теплоты израсходовано на повышение температуры вещества до $t_{пл}$ или выделено им при охлаждении от $t_{пл}$ до указанной температуры?
5. Вычислите массу твердого тела, состоящего из указанного вещества.
6. Какое количество теплоты израсходовано на плавление части вещества или выделено при кристаллизации?
7. Вычислите массу той части тела, вещество которой находится в расплавленном состоянии.
8. Какова масса той части тела, вещество которой осталось в расплаве в твердом состоянии?

Таблица IX

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	a	б
1. Одно деление соответствует: температуре, °С количеству теплоты, кДж	1 5	50 2	100 10	50 10	20 1	5 5	100 2	100 20	20 1	100 10	100 10	20 1
2. Температура плавления, °С Вещество	0 Лед	327 Свинец	1540 Железо	660 Алюминий	327 Свинец	0 Лед	1085 Медь	1500 Сталь	232 Олово	1085 Медь	660 Алюминий	232 Олово
3. Разность температур, °С	5,0	300	1500	600	227	25	1000	1000	200	785	600	200
4. Количество теплоты, кДж: для повышения температуры – “ – понижения – “ –	5,0 –	– 22	80 –	– 50	10 –	– 25	30, –	– 160	9,0 –	– 90	120 –	– 5,0
5. Масса, г	476	523	115	91	375	476	75	320	196	287	206	109
6. Количество теплоты, кДж: только на плавление выделено при отвердевании	70 –	– 8,0	20 –	– 30	5,0 –	– 65	4,0 –	– 20	9,0 –	– 50	60 –	– 6,0
7. Масса расплавленного вещества, г	205	320	74	77	200	191	19	238	152	238	154	102
8. Масса твердого вещества в расплаве, г	271	203	41	14	175	285	56	82	44	49	52	7,0

Х СЕРИЯ — «ПОСТОЯННЫЙ ТОК»

На карточках Х серии (рис. 10) изображены схемы электрических цепей, состоящих из последовательно соединенных источника тока (батарея аккумуляторов с пренебрежимо малым сопротивлением), лампы, ключа, амперметра и реостата.

Вольтметр присоединен либо непосредственно к клеммам батареи, либо через ключ. Численное значение сопротивления потребителя в рабочем состоянии и реостата написано на карточках. Сопротивление амперметра ничтожно мало, а у вольтметра оно достаточно велико, чтобы не влиять на показания амперметра.

На условных изображениях измерительных приборов показана шкала и положение стрелки. Это позволяет измерять силу тока в цепи и напряжение на батарее. Вверху карточки указано время, в течение которого цепь остается замкнутой.

Сначала карточки этой серии полезно применить при изучении понятия силы тока и ее измерения амперметром. Используя плакат с изображением шкалы, на которой можно менять оцифровку (см. приложение VI) и перемещать подвижную стрелку, следует потренировать учащихся в снятии показаний со шкал приборов. Затем предложить им ответить на первые три вопроса.

Пример решения по карточке № 8.

1. Цена деления шкалы амперметра:

$$c = \frac{0,40 \text{ A} - 0,20 \text{ A}}{10} = 0,02 \text{ A}.$$

2. Предел измерения силы тока амперметром: 0,5 А.

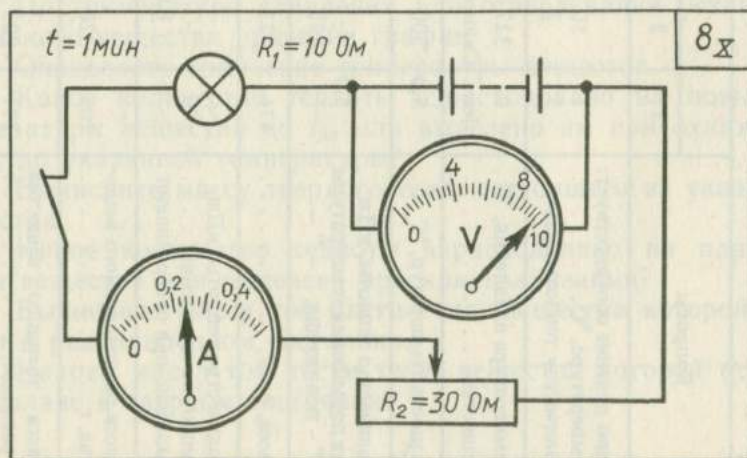


Рис. 10. Образец карточки Х серии (№ 8).

3. Сила тока в цепи: $0,02 \text{ A} \cdot 2 + 0,20 \text{ A} = 0,24 \text{ A}$.

$$I = (0,24 \pm 0,01) \text{ A}, \quad \varepsilon = \frac{0,01 \text{ A} \cdot 100\%}{0,24 \text{ A}} = 4,1\%.$$

Подобные упражнения рекомендуется провести и при изучении понятия напряжения и измерения его вольтметром (вопросы 4—6).

4. Цена деления шкалы вольтметра:

$$c = \frac{8,0 \text{ В} - 4,0 \text{ В}}{10} = 0,4 \text{ В}.$$

5. Предел измерения напряжения вольтметром: 10 В.

6. Напряжение на батарее:

$$U = 0,40 \text{ В} \cdot 14 + 4,0 \text{ В} = 9,6 \text{ В}.$$

$$U = (9,6 \pm 0,2) \text{ В}, \quad \varepsilon = \frac{0,2 \text{ В} \cdot 100\%}{9,6 \text{ В}} \approx 2,0\%.$$

После изучения закона Ома полезно предложить учащимся вычислить напряжение на лампе и реостате (вопросы 7, 8) и убедиться в том, что сумма этих напряжений равна напряжению на батарее.

7. Напряжение на лампе:

$$U_L = IR_L, \quad U_L = 0,24 \text{ A} \cdot 10 \text{ Ом} = 2,4 \text{ В}.$$

8. Напряжение на реостате:

$$U_P = IR_P, \quad U_P = 0,24 \text{ A} \cdot 30 \text{ Ом} = 7,2 \text{ В}.$$

$$U = U_L + U_P, \quad U = 2,4 \text{ В} + 7,2 \text{ В} = 9,6 \text{ В}.$$

То же значение напряжения показывает вольтметр, присоединенный непосредственно к зажимам батареи.

После изучения мощности, а затем и количества теплоты, выделяемой проводником с током, будет уместно снова использовать данную серию карточек, предложив учащимся ответить на вопросы 9—12.

9. Мощность тока в лампе:

$$P_L = I^2 R_L, \quad P_L = (0,24 \text{ A})^2 \cdot 10 \text{ Ом} = 0,576 \text{ Вт} \approx 0,58 \text{ Вт}.$$

10. Мощность тока в реостате:

$$P_P = I^2 R_P, \quad P_P = (0,24 \text{ A})^2 \cdot 30 \text{ Ом} = 1,73 \text{ Вт} \approx 1,7 \text{ Вт}.$$

11. Количество теплоты, выделенной нитью накала лампы за 1 мин:

$$Q = I^2 R_L t, \quad Q_L = (0,24 \text{ A})^2 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 60 \text{ с} = 34,5 \text{ Дж} \approx 0,035 \text{ кДж}.$$

12. Количество теплоты, выделенное реостатом за 1 мин:

$$Q_P = I^2 R_P t, \quad Q_P = (0,24 \text{ A})^2 \cdot 30 \text{ Ом} \cdot 60 \text{ с} = 104 \text{ Дж} \approx 0,10 \text{ кДж}.$$

Пример программированного упражнения

- Вопросы. I. Сила тока, А.
 II. Напряжение на батарее, В.
 III. Мощность тока на внешней цепи, Вт.

Ответы к карточкам № 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III
1	0,80	4,8	20
2	3,20	3,2	7,7
3	0,48	16	3,9
4	1,60	5,7	1,5
5	1,40	14	51

Код для проверки:

- № 1 - 412
 № 3 - 235
 № 5 - 551
 № 7 - 113
 № 9 - 324

Ответы к карточкам № 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III
1	0,40	10,5	320
2	3,2	36,0	22
3	9,0	9,6	0,80
4	0,24	12,0	33
5	1,80	2,0	2,3

Код для проверки:

- № 2 - 321
 № 4 - 153
 № 6 - 214
 № 8 - 435
 № 10 - 542

Вопросы к карточкам X серии «Постоянный ток»

1. Определите цену деления шкалы амперметра.
2. Определите верхний предел измерения силы тока.
3. Определите силу тока в цепи, абсолютную погрешность и вычислите относительную погрешность.
4. Определите цену деления шкалы вольтметра.
5. Определите верхний предел измерения напряжения вольтметром.
6. Определите напряжение на батарее, абсолютную погрешность и вычислите относительную погрешность.
7. Рассчитайте напряжение на лампе.
8. Рассчитайте напряжение на реостате.
9. Вычислите мощность тока в лампе.
10. Вычислите мощность тока в реостате.
11. Вычислите количество теплоты, выделяемое нитью накала лампы, включенной в цепь, за время, указанное на карточке.
12. Вычислите количество теплоты, выделяемое реостатом в рабочем состоянии за время, указанное на карточке.

Таблица X

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Цена деления шкалы амперметра, А	0,1	0,5	0,2	0,02	0,1	0,2	0,05	0,02	0,04	0,1	0,2	0,05
2. Верхний предел измерения, А	3,0	12,5	5,0	0,50	2,0	6,0	1,0	0,50	1,0	2,5	5,0	1,0
3. Сила тока в цепи, А	1,60	9,0	3,2	0,40	1,40	3,2	0,80	0,24	0,48	1,80	2,8	0,80
Абсолютная погрешность, А (±)	0,05	0,3	0,1	0,01	0,05	0,1	0,03	0,01	0,02	0,05	0,1	0,05
Относительная погрешность, %	3	3,3	3,1	2,5	3,6	3,1	3,8	4,1	4	2,8	3,6	3,7
4. Цена деления шкалы вольтметра, В	0,2	2	1	0,1	1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,5	1	0,4
5. Верхний предел измерения, В	6,0	50	30	2,5	20	12,5	5,0	10	4,0	12,5	25	10
6. Напряжение на батарее, В	4,8	36	16,0	2,00	14,0	10,5	4,8	9,6	3,2	12,0	25,0	6,8
Абсолютная погрешность, В (±)	0,1	1	0,5	0,05	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,2
Относительная погрешность, %	2,1	2,8	3,1	2,5	3,6	3	2,1	2,0	3,1	2,5	2	3
7. Напряжение на лампе, В	3,2	27	9,6	1,20	5,6	6,4	1,6	2,4	2,1	7,4	17	3,2
8. Напряжение на реостате, В	1,6	9,0	6,4	0,80	8,4	4,2	3,2	7,2	1,2	4,7	8,4	3,6
9. Мощность тока в лампе, Вт	5,1	240	31	0,48	7,8	20	1,3	0,58	0,99	13	47	2,6
10. Мощность тока в реостате, Вт	2,6	81	20	0,32	12	13	2,6	1,7	0,55	8,4	24	2,9
11. Количество теплоты, выделенное нитью накала лампы, кДж	0,31	7,3	18	0,29	0,94	6,1	0,58	0,035	2,2	0,40	5,6	3,1
12. Количество теплоты, выделенное реостатом, кДж	0,15	2,4	12	0,19	1,4	4,0	0,77	0,10	0,66	0,25	2,8	3,5

Пример программированного упражнения

- Вопросы. I. Сила тока, А.
II. Напряжение на батарее, В.
III. Мощность тока на внешней цепи, Вт.

Ответы к карточкам № 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III
1	0,80	4,8	20
2	3,20	3,2	7,7
3	0,48	16	3,9
4	1,60	5,7	1,5
5	1,40	14	51

Код для проверки:

- № 1 - 412
№ 3 - 235
№ 5 - 551
№ 7 - 113
№ 9 - 324

Ответы к карточкам № 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III
1	0,40	10,5	320
2	3,2	36,0	22
3	9,0	9,6	0,80
4	0,24	12,0	33
5	1,80	2,0	2,3

Код для проверки:

- № 2 - 321
№ 4 - 153
№ 6 - 214
№ 8 - 435
№ 10 - 542

Вопросы к карточкам X серии «Постоянный ток»

1. Определите цену деления шкалы амперметра.
2. Определите верхний предел измерения силы тока.
3. Определите силу тока в цепи, абсолютную погрешность и вычислите относительную погрешность.
4. Определите цену деления шкалы вольтметра.
5. Определите верхний предел измерения напряжения вольтметром.
6. Определите напряжение на батарее, абсолютную погрешность и вычислите относительную погрешность.
7. Рассчитайте напряжение на лампе.
8. Рассчитайте напряжение на реостате.
9. Вычислите мощность тока в лампе.
10. Вычислите мощность тока в реостате.
11. Вычислите количество теплоты, выделяемое нитью накала лампы, включенной в цепь, за время, указанное на карточке.
12. Вычислите количество теплоты, выделяемое реостатом в рабочем состоянии за время, указанное на карточке.

Таблица X

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	a	б
1. Цена деления шкалы амперметра, А	0,1	0,5	0,2	0,02	0,1	0,2	0,05	0,02	0,04	0,1	0,2	0,05
2. Верхний предел измерения, А	3,0	12,5	5,0	0,50	2,0	6,0	1,0	0,50	1,0	2,5	5,0	1,0
3. Сила тока в цепи, А	1,60	9,0	3,2	0,40	1,40	3,2	0,80	0,24	0,48	1,80	2,8	0,80
Абсолютная погрешность, А (±)	0,05	0,3	0,1	0,01	0,05	0,1	0,03	0,01	0,02	0,05	0,1	0,05
Относительная погрешность, %	3	3,3	3,1	2,5	3,6	3,1	3,8	4,1	4	2,8	3,6	3,7
4. Цена деления шкалы вольтметра, В	0,2	2	1	0,1	1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,5	1	0,4
5. Верхний предел измерения, В	6,0	50	30	2,5	20	12,5	5,0	10	4,0	12,5	25	10
6. Напряжение на батарее, В	4,8	36	16,0	2,00	14,0	10,5	4,8	9,6	3,2	12,0	25,0	6,8
Абсолютная погрешность, В (±)	0,1	1	0,5	0,05	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,2
Относительная погрешность, %	2,1	2,8	3,1	2,5	3,6	3	2,1	2,0	3,1	2,5	2	3
7. Напряжение на лампе, В	3,2	27	9,6	1,20	5,6	6,4	1,6	2,4	2,1	7,4	17	3,2
8. Напряжение на реостате, В	1,6	9,0	6,4	0,80	8,4	4,2	3,2	7,2	1,2	4,7	8,4	3,6
9. Мощность тока в лампе, Вт	5,1	240	31	0,48	7,8	20	1,3	0,58	0,99	13	47	2,6
10. Мощность тока в реостате, Вт	2,6	81	20	0,32	12	13	2,6	1,7	0,55	8,4	24	2,9
11. Количество теплоты, выделенное нитью накала лампы, кДж	0,31	7,3	18	0,29	0,94	6,1	0,58	0,035	2,2	0,40	5,6	3,1
12. Количество теплоты, выделенное реостатом, кДж	0,15	2,4	12	0,19	1,4	4,0	0,77	0,10	0,66	0,25	2,8	3,5

XI СЕРИЯ — «ТЕПЛОВОЕ ДЕЙСТВИЕ ТОКА»

На карточках XI серии приведены схемы электрических цепей с условным изображением сосуда, жидкость которого нагревается электрическим током, протекающим по константановой спирали (рис. 11). Шкалы амперметра и термометра намеренно увеличены, чтобы учащиеся могли судить о силе тока в цепи и начальной температуре. Вид и масса жидкости, а также время нагревания и сопротивление спирали указаны в соответствующих местах карточки.

В самостоятельной работе учащимся предлагается рассчитать конечную температуру жидкости, если на ее нагревание идет лишь 40% количества теплоты, выделяемой спиралью, по которой течет ток. Такой расчет рекомендуется предложить после проведения фронтальной лабораторной работы «Определение КПД установки с электрическим нагревателем».

Пример решения по карточке № 5.

1. Цена деления шкалы амперметра:

$$c = \frac{1,00 - 0,50}{10} \text{ А} = 0,05 \text{ А}.$$

Предел измерения силы тока амперметром: 1 А.

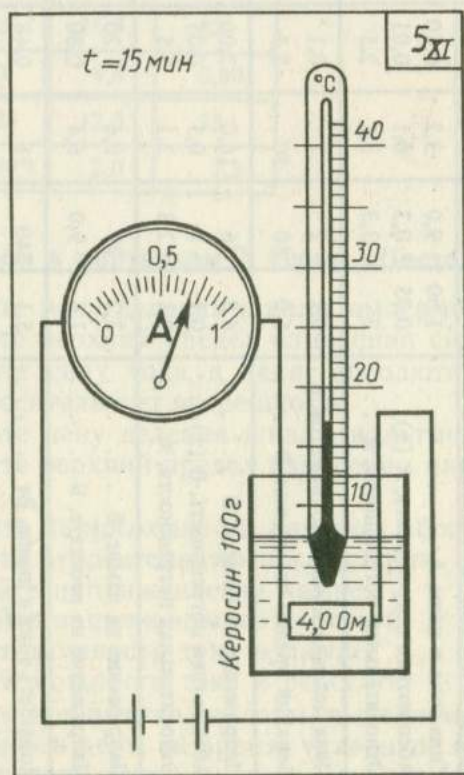


Рис. 11. Образец карточки XI серии (№ 5).

2. Сила тока в цепи: $0,05 \text{ А} \cdot 4 + 0,50 \text{ А} = 0,70 \text{ А}.$

$$I = (0,70 \pm 0,03) \text{ А},$$

$$\varepsilon = \frac{0,03 \text{ А} \cdot 100\%}{0,70 \text{ А}} \approx 4,1\%.$$

3. Количество теплоты, выделяемое током, рассчитываем по формуле $Q = I^2 R t$, но на нагревание жидкости идет только 40% этой энергии, поэтому

$$Q_n = 0,40 I^2 R t,$$

$$Q_n = 0,40 \cdot (0,70 \text{ А})^2 \cdot 4,0 \text{ Ом} \cdot 900 \text{ с} \approx 706 \text{ Дж} \approx 0,71 \text{ кДж}.$$

4. Изменение температуры Δt жидкости определим из формулы

$$Q_n = c m \Delta t,$$

отсюда

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{Q_n}{c m},$$

$$t_2 - t_1 = \frac{706 \text{ Дж}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 0,1 \text{ кг}} \approx 3,4 \text{ °C}.$$

Здесь t_2 — конечная температура жидкости после нагревания, а t_1 — ее начальная температура.

5. Цена деления шкалы термометра:

$$c = \frac{20 - 10}{10} \text{ °C} = 1 \text{ °C}.$$

Пределы измерения температуры термометром от 10 до 42 °C.

6. Начальная температура жидкости:

$$t_1 = 1,0 \text{ °C} \cdot 7 + 10,0 \text{ °C} = 17 \text{ °C}.$$

$$t_1 = (17,0 \pm 0,5) \text{ °C},$$

$$\varepsilon = \frac{0,5 \text{ °C} \cdot 100\%}{17,0 \text{ °C}} \approx 3\%.$$

7. Конечная температура жидкости:

$$t_2 = t_1 + \Delta t,$$

$$t_2 = 17,0 \text{ °C} + 3,4 \text{ °C} = 20,4 \text{ °C} \approx 20 \text{ °C}.$$

Пример программированного упражнения

- В о п р о с ы.
- I. Сила тока, А.
 - II. Количество полезной теплоты, кДж:
 - III. Начальная температура, °C.
 - IV. Конечная температура жидкости, °C.

Ответы к карточкам
№ 1, 3, 5, 7, 9

	I	II	III	IV
1	0,68	2,9	22	20
2	3,2	0,71	20,6	24
3	0,70	1,4	18	28
4	1,40	3,1	24	25
5	1,6	2,2	17	29

Код для проверки:

№ 1 – 5415
№ 3 – 2143
№ 5 – 3251
№ 7 – 4322
№ 9 – 1534

Ответы к карточкам
№ 2, 4, 6, 8, 10

	I	II	III	IV
1	0,52	1,6	21	22
2	0,90	3,9	16	30
3	3,0	6,2	19	28
4	1,80	4,3	18	26
5	1,4	2,6	24	24

Код для проверки:

№ 2 – 4252
№ 4 – 4324
№ 6 – 5143
№ 8 – 2531
№ 10 – 3415

Вопросы к карточкам XI серии
«Тепловое действие тока»

1. Определите цену деления шкалы амперметра и предел измерения им силы тока.
2. Измерьте силу тока и укажите погрешности измерения.
3. Какое количество теплоты получит жидкость, если на ее нагревание идет только 40% энергии, выделенной электрическим током?
4. Вычислите изменение температуры жидкости при нагревании.
5. Определите цену деления шкалы термометра и пределы измерения им температуры.
6. Измерьте начальную температуру и укажите погрешности измерения.
7. Какую температуру будет иметь жидкость после нагревания?

Таблица XI

Вопросы	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
1. Цена деления шкалы амперметра, А Предел измерения силы тока амперметром, А	0,2 4	0,1 2	0,4 8	0,1 2	0,05 1	0,2 4	0,1 2	0,05 1	0,04 0,80	0,5 9	0,2 4,4	0,04 0,72
2. Сила тока в цепи, А Абсолютная погрешность, А (±) Относительная погрешность, %	1,6 0,1 6	1,80 0,05 2,8	3,2 0,2 6	1,80 0,05 3	0,70 0,03 4,1	1,4 0,1 7	1,40 0,05 3,5	0,90 0,03 3,3	0,68 0,02 3	3,0 0,3 10	2,8 0,1 3,6	0,48 0,02 4
3. Количество теплоты, полученное жидкостью от нагревания ее электрическим током, кДж	3,1	3,9	2,9	6,2	0,71	1,6	1,4	2,6	2,2	4,3	3,0	2,1
4. Изменение температуры жидкости, °С	7,3	6,2	4,4	9,9	3,4	9,8	1,7	2,5	7,0	3,4	6,0	3,3
5. Цена деления шкалы термометра, °С Пределы измерения термометром, от . . . °С до . . . °С	2 0/66	2 0/66	1 20/52	4 0/132	1 10/42	2 10/72	0,2 20/26	0,5 15/31	2 10/76	0,2 20/26,6	1 15/48	0,5 10/26
6. Начальная температура жидкости, °С Абсолютная погрешность, °С (±) Относительная погрешность, %	22 1 4,5	24 1 4,1	24,0 0,5 2	16 2 12	17,0 0,5 3	18 1 6	20,6 0,1 0,5	19,0 0,3 1,6	18 1 6	21,0 0,1 5	23,0 0,5 2,2	18,0 0,3 1,7
7. Конечная температура, до которой нагреется жидкость, °С	29	30	28	26	20	28	24	22	25	24	29	21

XII СЕРИЯ — «ПЛОСКОЕ ЗЕРКАЛО И ЛИНЗА»

На карточках XII серии имеются два рисунка: на верхнем (рис. 12, а) дано расположение плоского зеркала, предмета (стрелки) перед ним и глаза наблюдателя, на нижнем (рис. 12, б) показано условное изображение линзы, ее главная оптическая ось и главные фокусы, положение предмета (стрелки) и даны его размеры. Тонкие линзы на рисунках изображают символом: собирающая линза — \uparrow , рассеивающая линза — \downarrow .

Первый раз эту серию карточек можно использовать после изучения законов отражения и построения изображения в плоском зеркале, предложив учащимся ответить на первые три вопроса, предварительно перечертив рисунок 12, б в тетрадь (масштаб рисунка: сторона клетки — 1 см).

Пример решения по карточке № 8.

1. Расстояние от глаза до зеркала равно 15 см.
2. На рисунке, выполненном в тетради, учащиеся строят мнимое изображение предмета (рис. 13).

Чтобы определить видимую часть этого предмета, нужно провести луч, отразившийся от нижнего края зеркала в глаз наблюдателя, а затем начертить мнимое продолжение этого луча за зеркалом до пересечения его с изображением предмета. Верхняя часть изображения будет видна глазу, а нижняя — нет. Из построения следует, что видимая часть составляет $\frac{3}{5}$ длины стрелки.

3. Чтобы найти место расположения глаза для полной видимости всего мнимого изображения предмета, надо найти точку встречи луча, идущего от нижней части предмета после его отражения от нижнего края зеркала, с линией, на которой находится глаз. По чертежу видно, что эта точка находится на расстоянии 5 см от зеркала (см. рис. 13).

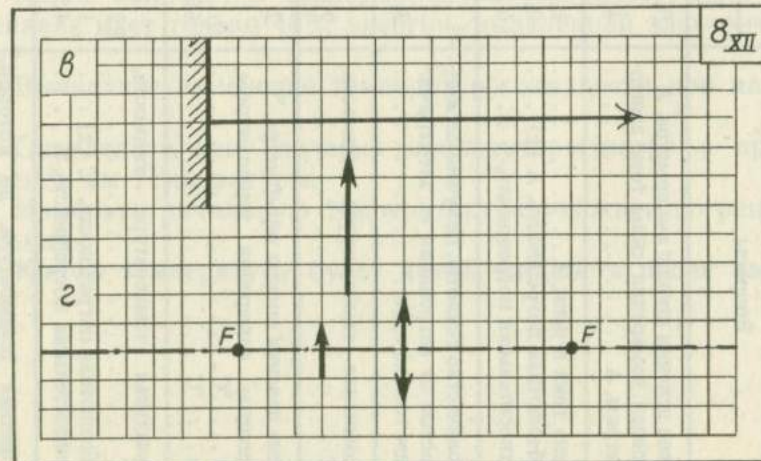


Рис. 12. Образец карточки XII серии (№ 8).

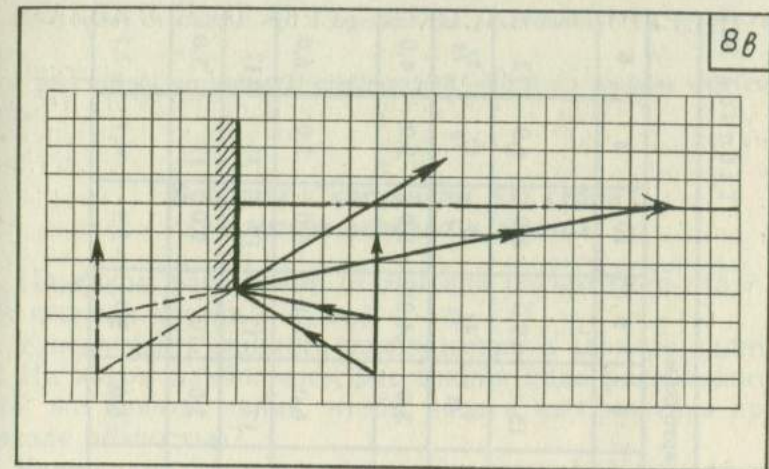


Рис. 13. Построение для ответов на вопросы 1—3 к карточке 8, в серии XII.

После изучения линзы с целью закрепления навыков построения изображения в ней рекомендуется вторично использовать карточки XII серии, предложив учащимся, перечертив рисунок 12, г в тетрадь, ответить на следующие четыре вопроса:

4. Фокусное расстояние линзы:

$$F = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м.}$$

5. Оптическая сила линзы:

$$D = \frac{1}{F},$$

$$D = \frac{1}{0,06 \text{ м}} = 17 \text{ дптр.}$$

6. Расстояние от предмета до оптического центра линзы: $d = 3,0 \text{ см}$.

7. Для построения изображения предмета в линзе следует воспользоваться такими лучами, ход которых после двойного преломления в линзе известен; например, луч, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется; луч, идущий параллельно оптической оси линзы, выходя из нее, проходит через фокус линзы, и в силу обратимости лучей луч, проходящий через фокус линзы, выйдя из нее, направляется параллельно оптической оси. На пересечении этих лучей, идущих от точек предмета, или их мнимых продолжений будут находиться искомые точки изображения.

Таблица XII

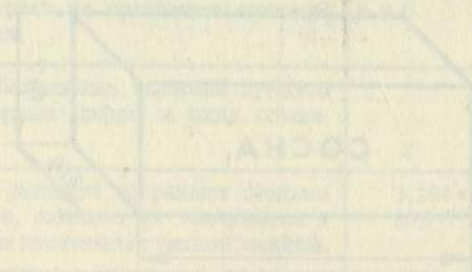
	Ответы на вопросы к карточкам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	а	б
а. Плоское зеркало												
1. Расстояние от глаза до зеркала, см . . .	12	8,0	9,0	10	8,0	9,0	12	15	9,0	8,0	6,0	12
2. Видимая часть предмета	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{3}{5}$
3. Расстояние для полной видимости, см	6,0	2,0	4,0	3,5	2,0	6,0	3,0	5,0	4,0	1,0	2,0	4,0
б. Линза												
4. Фокусное расстояние, см	5,0	5,0	3,0	6,0	2,0	3,0	4,0	6,0	-6,0	-6,0	3,0	-6,0
5. Оптическая сила, дптр	20	20	33	17	50	33	25	17	-17	-17	33	-17
6. Расстояние от линзы до предмета, см	7,0	13	4,0	4,0	6,0	11	14	3,0	10	9,0	11	5,0
7. Расстояние от линзы до изображения, см	18	8,1	+12	-12	3,0	4,1	5,6	-6,0	-3,75	-3,5	4,1	-2,7

Построенное изображение является мнимым, прямым, увеличенным, лежащим по ту же сторону от линзы, что и предмет, на расстоянии 6 см ($f = -6$ см) от линзы.

Все расстояния до мнимых изображений, как и до мнимых фокусов, отрицательны.

Вопросы к карточкам XII серии «Плоское зеркало и линза»

1. На каком расстоянии от зеркала расположен глаз? (Масштаб: сторона клетки — 1 см.)
2. Какую часть мнимого изображения в зеркале видит глаз?
3. На каком наибольшем расстоянии надо расположить глаз на той же прямой линии, чтобы видеть изображение предмета в зеркале полностью?
4. Чему равно фокусное расстояние линзы? (Масштаб тот же.)
5. Вычислите оптическую силу линзы.
6. Каково расстояние предмета (стрелки) от оптического центра линзы?
7. Постройте изображение указанного предмета в линзе и найдите расстояние от этого изображения до линзы.



1. САМОДЕЛЬНЫЕ ПОСОБИЯ

1. ОБРАЗЕЦ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ 1—5 К КАРТОЧКАМ I СЕРИИ

Дата _____ Фамилия, имя _____ Класс _____

Карточка № 13/1




Рис. 14. Эскиз бруска, объем которого необходимо вычислить.

1. Прямоугольный параллелепипед из сухой сосны (рис. 14).
2. Длина $l = 0,415$ м. Ширина $b = 0,214$ м. Высота $h = 0,147$ м.
3. Площадь основания $S = lb$.

$$S = 0,415 \text{ м} \cdot 0,214 \text{ м} = 0,08881 \text{ м}^2 \approx 0,0888 \text{ м}^2.$$
4. Объем тела $V = Sh$.

$$V = 0,08881 \text{ м}^2 \cdot 0,147 \text{ м} \approx 0,01305507 \text{ м}^3 \approx 0,0131 \text{ м}^3.$$
5. Объем после высверливания дыры $V_1 = V - 0,1V$.

$$V_1 = 0,0131 \text{ м}^3 - 0,00131 \text{ м}^3 = 0,01179 \text{ м}^3 \approx 0,0118 \text{ м}^3.$$

II. ПРАВИЛА ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Определения и правила	Примеры
Приближенные значения чисел получают в результате измерения, округления и вычисления.	
Правило округления. Если первая отбрасываемая цифра равна 5 или более 5, то последнюю из сохраняемых цифр увеличивают на единицу; если же первая отбрасываемая цифра меньше 5, то последнюю из сохраняемых цифр оставляют без изменения.	Приближенное число 7,0365. Его округление до тысячных долей – 7,037, до сотых – 7,04, до десятых – 7,0.
Значащими цифрами числа называют все его цифры, кроме нулей, стоящих левее первой отличной от нуля цифры, и нулей, стоящих в конце числа, если они стоят взамен неизвестных или отброшенных цифр. Нули, следующие из множителя 10^n , не учитываются.	Число 0,08032 \approx 0,080 (00) имеет две значащие цифры – 8 и 0. Два нуля перед цифрой 8 незначащие. Число 0,0124 имеет три значащие цифры, как и числа 12,0 и $0,526 \cdot 10^6$.
Верными цифрами числа называют все значащие цифры приближенного числа, абсолютная погрешность которого не превышает единицы последнего разряда.	(0,715 \pm 0,001) м, верные 7, 1, 5; (8,06 \pm 0,04) м, верные 8 и 0.
В записи приближенных значений принято сохранять все верные цифры и одну сомнительную.	
В сумме и в разности сохраняют столько десятичных знаков, сколько их содержится в том из данных, где десятичных знаков меньше.	$3,284 + 0,65 = 3,934 \approx 3,93$; $875 - 231,7 = 643,3 \approx 643$.
В произведении и в частном сохраняются столько значащих цифр, сколько их имеется в том из данных, где значащих цифр меньше.	$0,352 \cdot 2,5 = 0,8800 \approx 0,88$; $242,4 : 0,56 = 432,8 \approx 430$.
В окончательном ответе принято сохранять верные цифры и не более одной сомнительной. В промежуточных ответах на одну цифру больше.	В последнем примере 0 незначащий, но отбросить его нельзя. Поэтому лучше окончательный ответ записать в стандартном виде: $4,3 \cdot 10^2$. В промежуточном же ответе следует написать 433.

III. МОДЕЛЬ МЕНЗУРКИ СО СМЕННОЙ ОЦИФРОВКОЙ НА ШКАЛЕ

На листе плотной чертежной бумаги толстыми линиями (не менее 3 мм) начертите детали рисунка 15, увеличив все линейные размеры мензурки в 5 раз. Согнув лист по линии *AB*, склейте обе половины его так, чтобы вдоль образующих цилиндра оставались несклеенными полоски шириной до 15 мм. В них будет перемещаться условный уровень жидкости. Вырежьте мензурку по начерченному контуру.

Острой бритвой прорежьте по штриховым линиям (согласно рисунку 15) десять щелей, сквозь которые можно будет продеть бумажную ленту с числами.

Из той же бумаги вырежьте ленту длиной 1 м (рис. 16) и шириной чуть меньше размера щелей. Просуньте ее через щели так, чтобы на лицевую сторону она выходила только против длинных отметок шкалы, т. е. 4 раза и по разу в начале и конце мензурки. Немного вытянув ленту вниз, приклейте к нижнему концу ограничитель *I*, который будет фиксировать ленту в крайнем нижнем положении. После этого начните делать разметку на ленте. В нижнем, первом окошке напишите число 25, во втором — 50, в третьем — 75, в четвертом — 100. Затем передвиньте ленту на одно деление вниз и напишите только два числа: во втором окошке 100 и в четвертом верхнем — 200. Передвинув ленту вниз еще на одно деление; напишите соответственно числа 20, 40, 60 и 80. Теперь вернитесь к начальному положению с числами 25, 50, 75, 100 и, продвинув ленту вверх на одно деление, напишите число 10 во втором окошке, а число 20 в четвертом верхнем. Получились четыре варианта оцифровки шкалы.

Уровень можно изготовить из той же бумаги. Начертите на ней линию *CD*, длина которой должна быть на 20—25 мм больше ширины мензурки. По этой линии согните бумагу и отрежьте полоску шириной 4 мм. Вставив эту полоску под незаклеенные края стенок цилиндра, получите условный уровень жидкости. Упругость бумаги удержит его в горизонтальном положении.

Передвигая ленту, можно менять оцифровку и цену деления шкалы, а передвигая уровень — упражняться в отсчете объема.

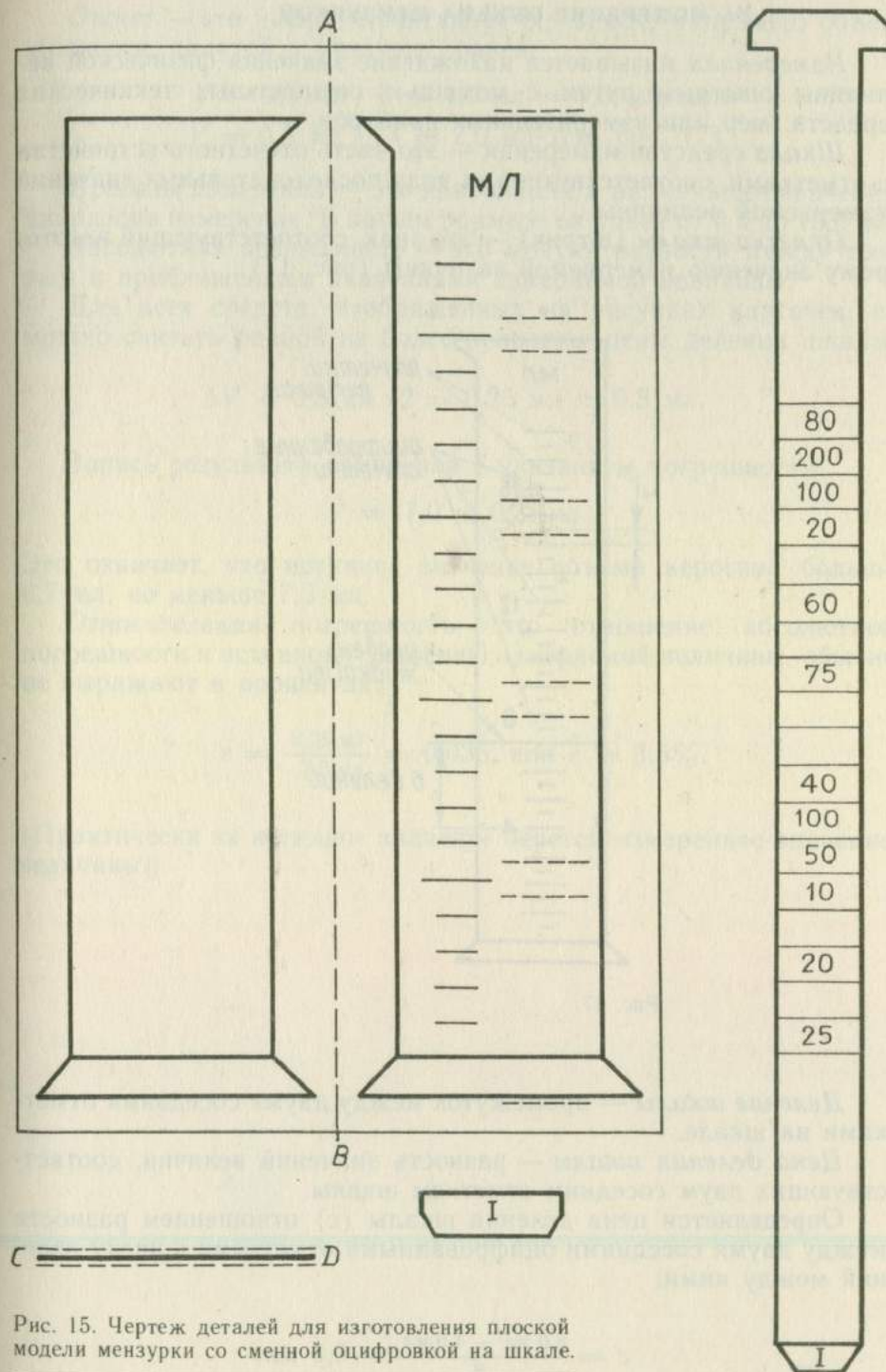


Рис. 15. Чертеж деталей для изготовления плоской модели мензурки со сменной оцифровкой на шкале.

Рис. 16. Шкала для модели мензурки.

IV. ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМА МЕНЗУРКОЙ

Измерением называется нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств: мер или измерительных приборов.

Шкала средства измерения — это часть отсчетного устройства с отметками, соответствующими ряду последовательных значений измеряемой величины.

Отметка шкалы (штрих) — это знак, соответствующий некоторому значению измеряемой величины (рис. 17).

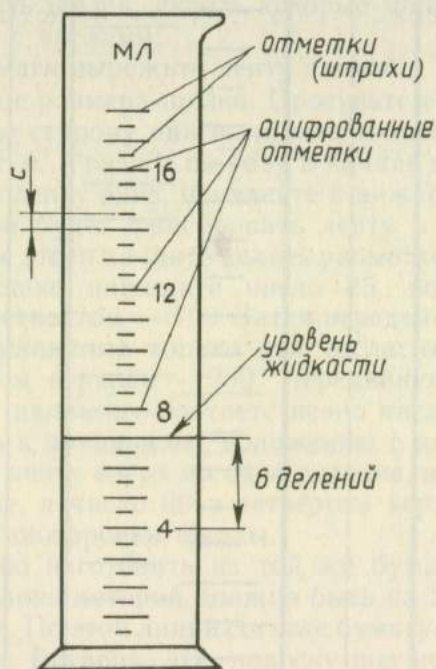


Рис. 17.

Деление шкалы — промежуток между двумя соседними отметками на шкале.

Цена деления шкалы — разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Определяется цена деления шкалы (c) отношением разности между двумя соседними оцифрованными отметками к числу делений между ними:

$$c = \frac{8,0 \text{ мл} - 4,0 \text{ мл}}{8} = 0,5 \text{ мл.}$$

Отсчет — это число, отсчитанное по шкале; например, объем жидкости, налитой в мензурку, равен:

$$V = 0,5 \text{ мл} \cdot 6 + 4,0 \text{ мл} = 7,0 \text{ мл, или}$$

$$V = 0,5 \text{ мл} \cdot 14 = 7,0 \text{ мл (см. рис. 17).}$$

Пределы измерения — это наибольшее и наименьшее значения диапазона измерения. В нашем примере он равен от 0,5 до 18,0 мл.

Абсолютная погрешность — это модуль разности между точным и приближенным значениями измеряемой величины.

Для всех средств, изображенных на рисунках карточек, ее можно считать равной не более половины цены деления шкалы.

$$\Delta V = 0,5 \text{ мл} : 2 = 0,25 \text{ мл} \approx 0,3 \text{ мл.}$$

Запись результата измерения с указанием погрешности:

$$V = (7,0 \pm 0,3) \text{ мл.}$$

Это означает, что истинное значение объема керосина больше 6,7 мл, но меньше 7,3 мл.

Относительная погрешность — это отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины, обычно ее выражают в процентах:

$$\epsilon = \frac{0,25 \text{ мл}}{7,0 \text{ мл}} = 0,036, \text{ или } \epsilon = 3,6\%.$$

(Практически за истинное значение берется измеренное значение величины.)

**V. МОДЕЛЬ ТЕРМОМЕТРА
СО СМЕННОЙ ОЦИФРОВКОЙ НА ШКАЛЕ**

На листе плотной бумаги толстыми линиями (не менее 3 мм) начертите левую часть рисунка 18, увеличив линейные размеры термометра в 5 раз. Вверху и внизу капилляра сделайте отверстия, сквозь которые проденьте белый шнурок (или тесьму), окрашенный наполовину в черный цвет. На задней стороне концы шнурка соедините резинкой так, чтобы он находился в натянутом состоянии. Перемещая этот шнурок, можно будет менять условный уровень ртути в термометре.

Из той же бумаги вырежьте ленту, к нижнему концу которой приклейте ограничитель I (см. рис. 18). Разметьте ленту согласно правой части рисунка 18 так, чтобы размер делений шкалы термометра и ленты был одинаков. Вдоль штриховых линий прорежьте щели, размером чуть больше ширины ленты. Проденьте сквозь эти щели ленту так, чтобы около длинных отметок шкалы термометра при перемещении ленты появлялись такие наборы чисел: 0, 10, 20, 30, 40; —, 0, —, 50, —; 0, 2, 4, 6, 8; 15, 20, 25, 30, 35; 36, 37, 38, 39, 40.

Передвигая ленту, можно менять оцифровку и цену деления шкалы, а перемещая шнурок — менять условный уровень и тренироваться в отсчете температуры.

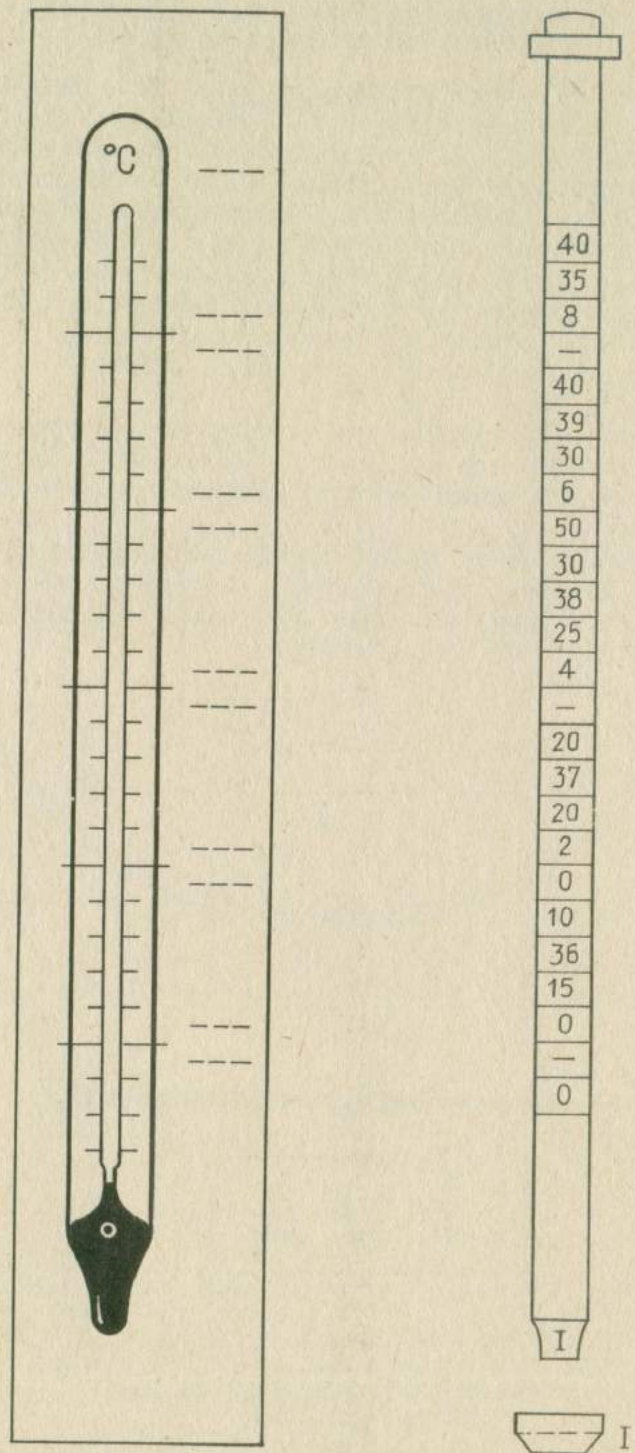


Рис. 18. Чертеж деталей для изготовления модели термометра со сменной оцифровкой на шкале.

VI. МОДЕЛЬ АМПЕРМЕТРА ИЛИ ВОЛЬТМЕТРА СО СМЕННОЙ ОЦИФРОВКОЙ НА ШКАЛЕ

На плотной чертежной бумаге, увеличив линейные размеры рисунка в 5 раз, начертите все детали модели (рис. 19). На чертеже указаны центры (c), из которых проводились окружности и дуги, чтобы при переносе чертежа было удобно (увеличив эти радиусы тоже в 5 раз) проводить отметки прорезей для дуговой ленты. Прорези делаются по штриховым линиям чуть большего размера, чем ширина дуговой ленты. Лента продевается сквозь прорези так, чтобы около длинных отметок шкалы прибора при перемещении ленты на одно деление появлялись такие наборы чисел: 0 (эта отметка шкалы остается неизменной), 1, 2, 3; 0, —, 5, —; 0, 5, 10, 15; 0, 10, 20, 30; 0, —, 50, —.

В прорези по середине круга вставляется полоска с буквами А и V и приклеивается ограничитель I. Стрелку из жести помещают в центре дуги (c) на оси с достаточным трением (винтик с шайбами и гайками).

Передвигая ленту, можно менять цену деления, а полоску — название измерительного прибора (амперметр или вольтметр). Перемещая стрелку по шкале того или иного прибора, можно производить отсчет его показаний.

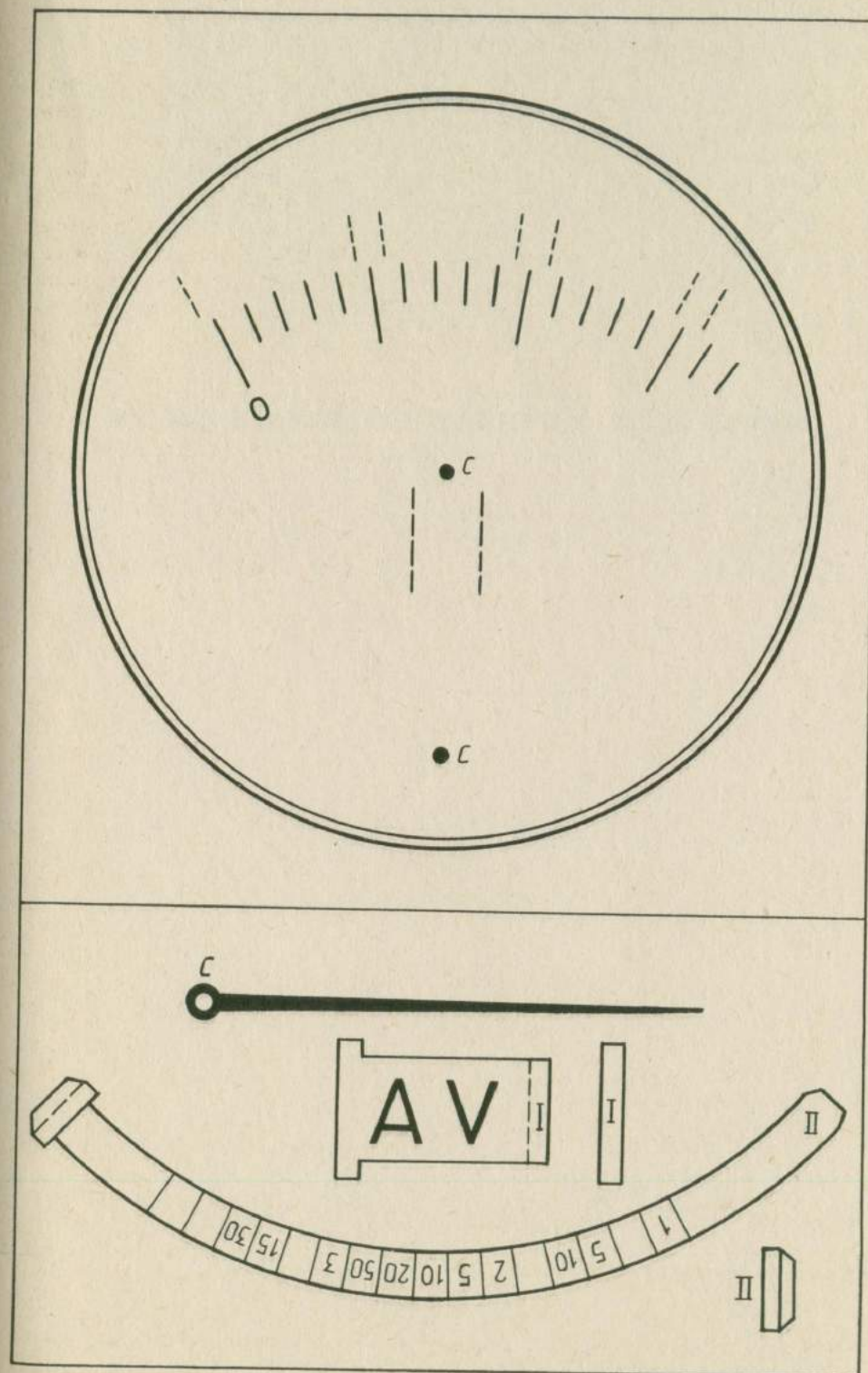
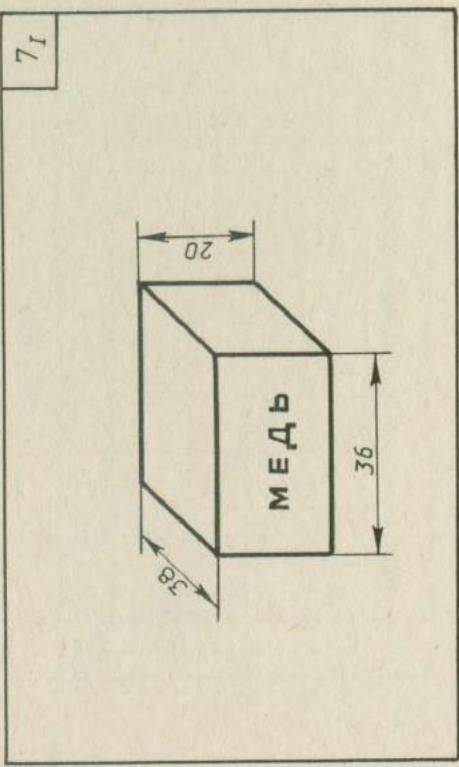
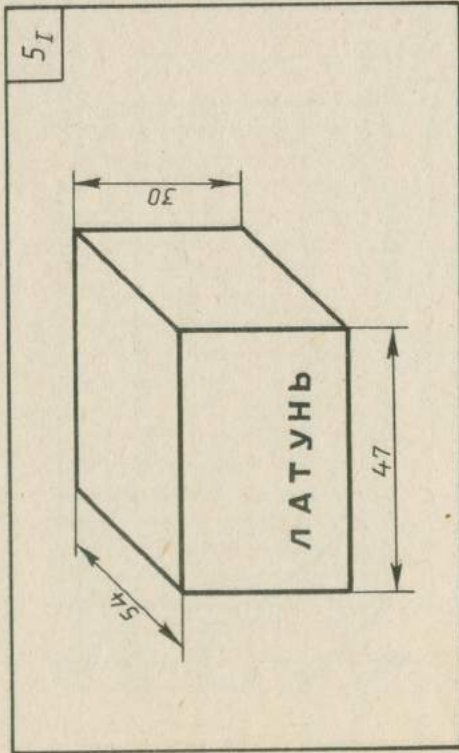
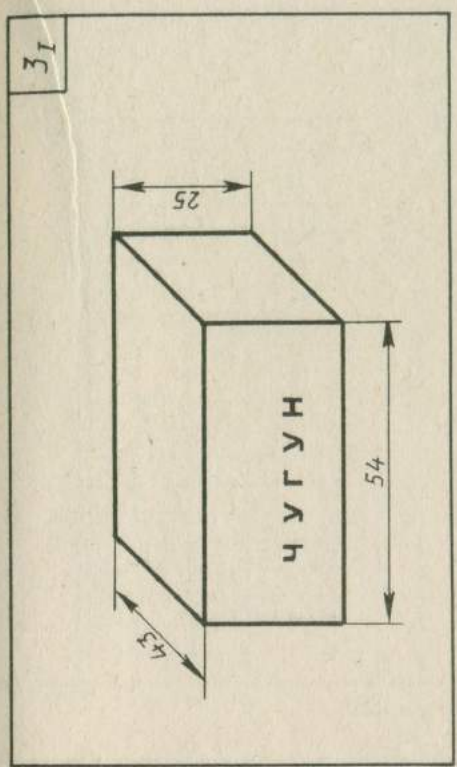
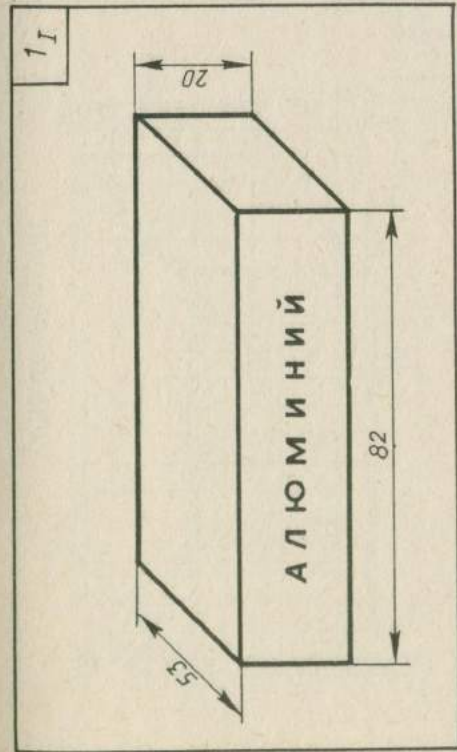
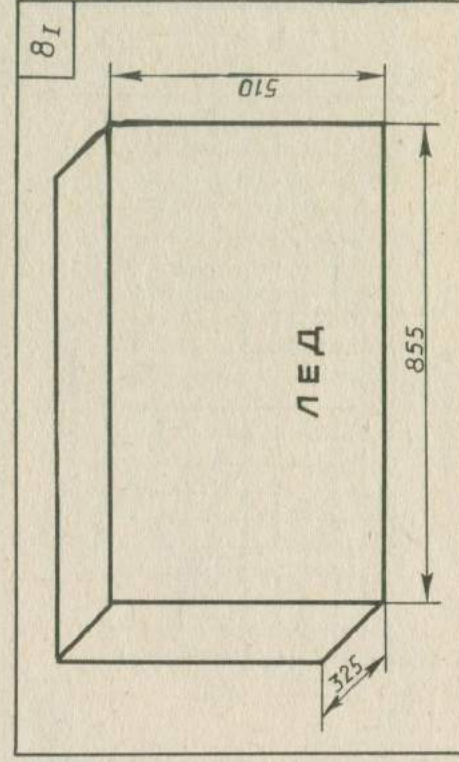
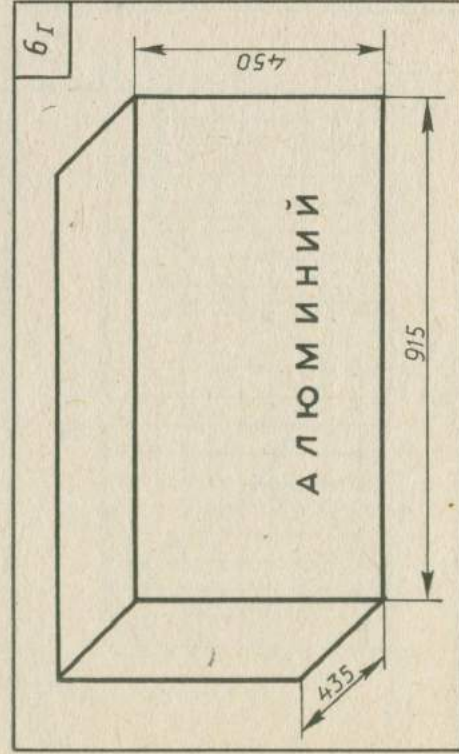
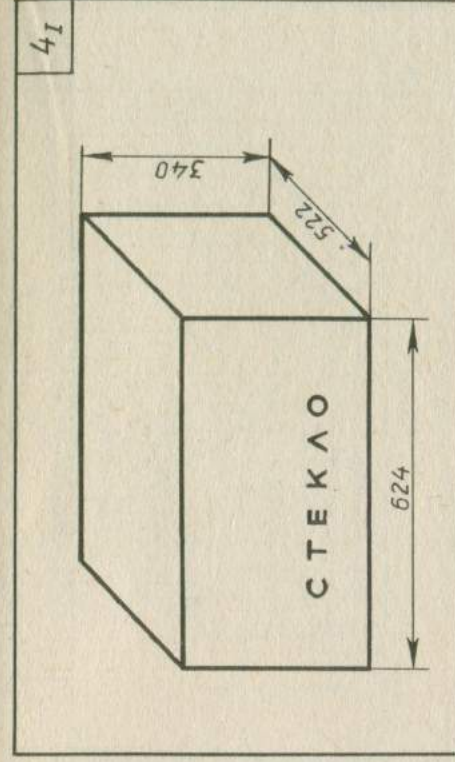
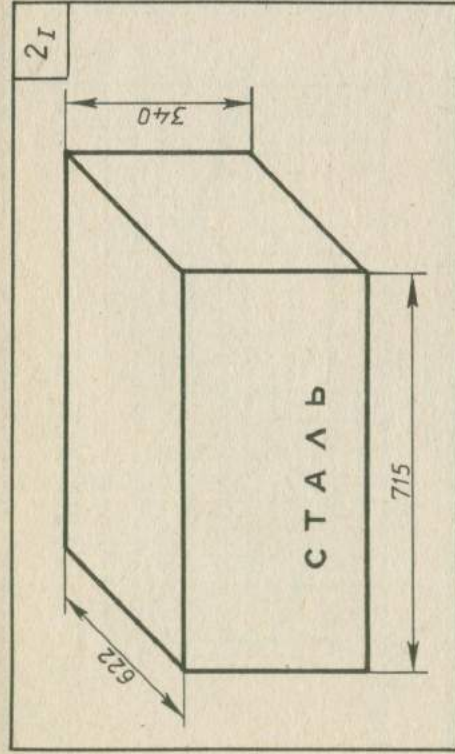
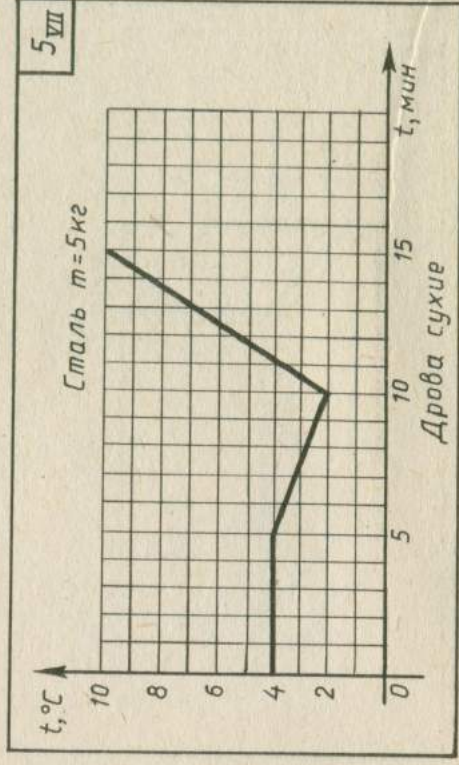
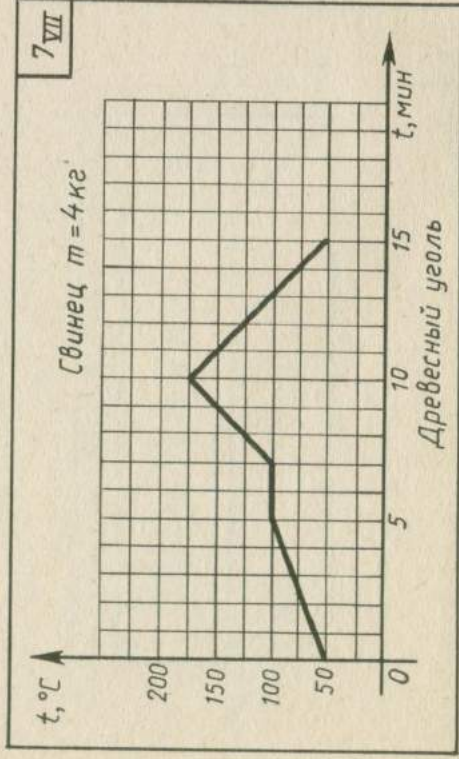
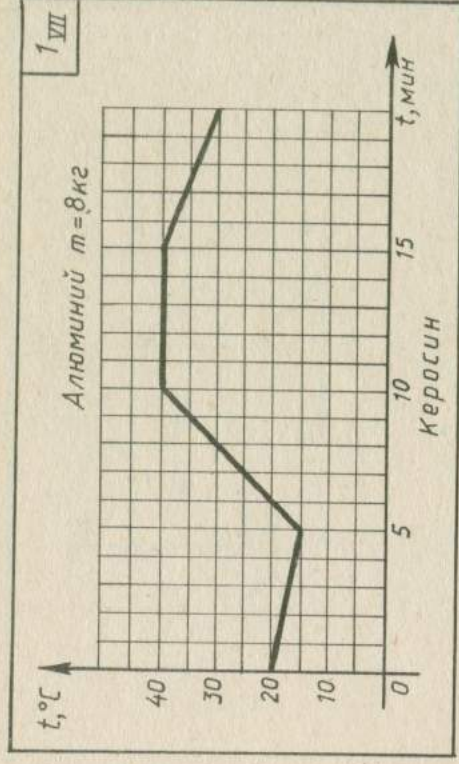
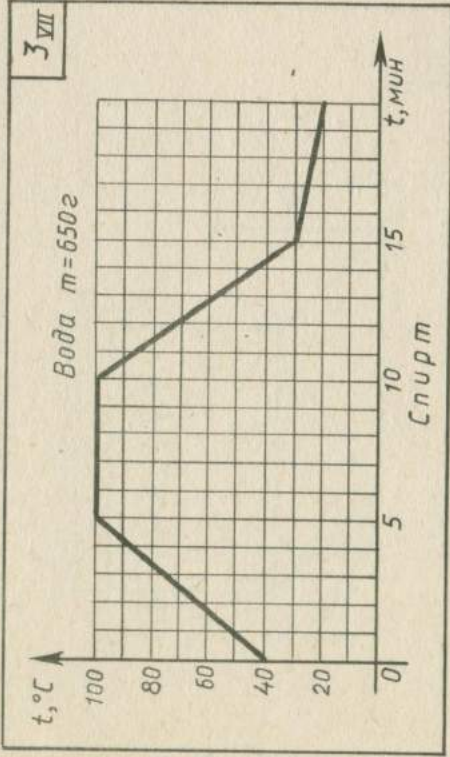
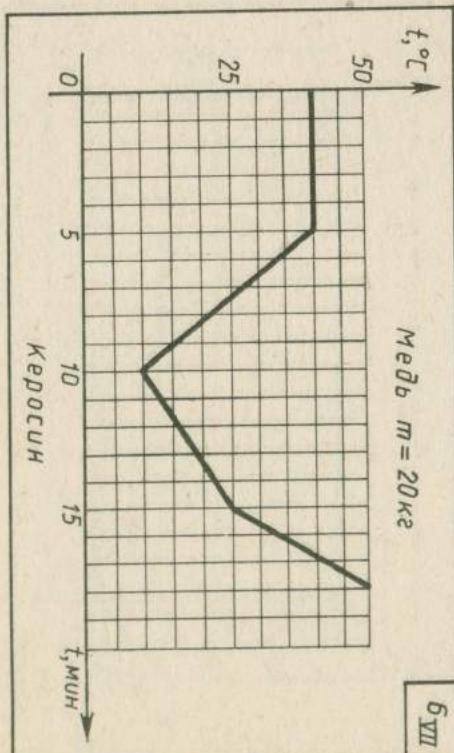
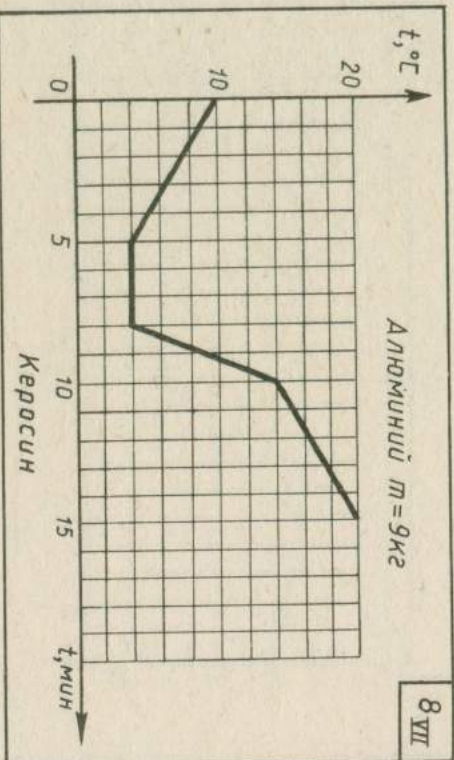
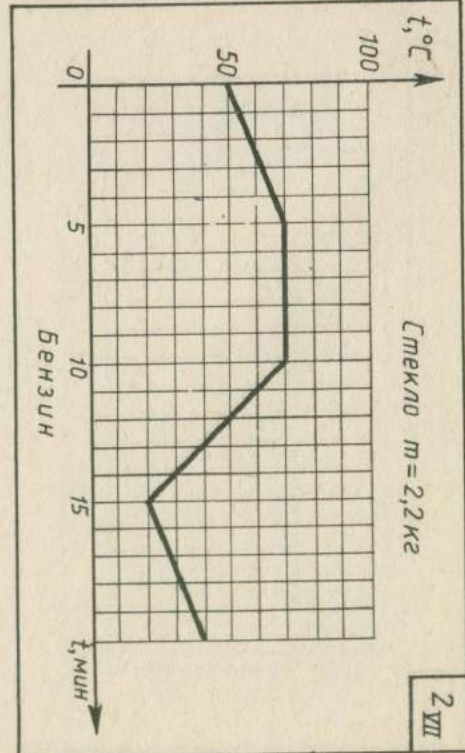
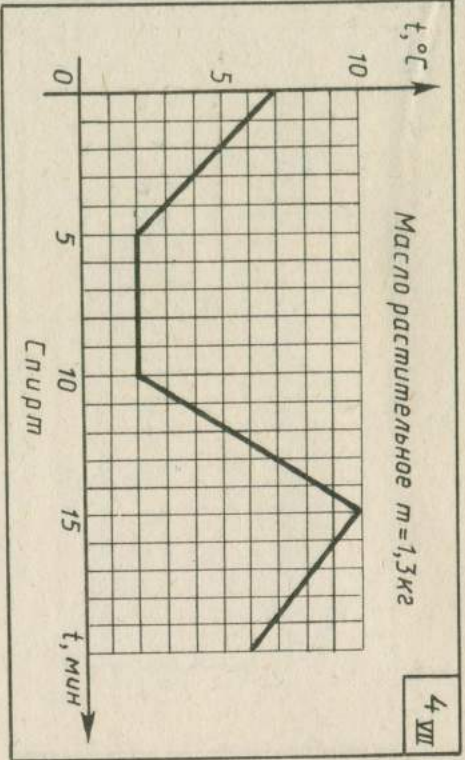
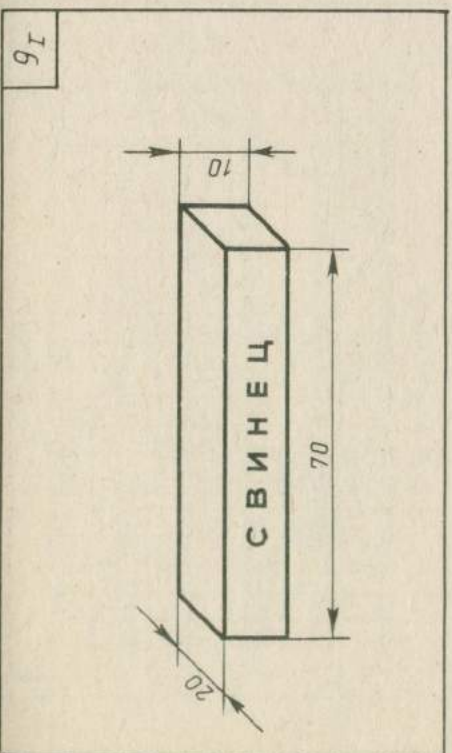
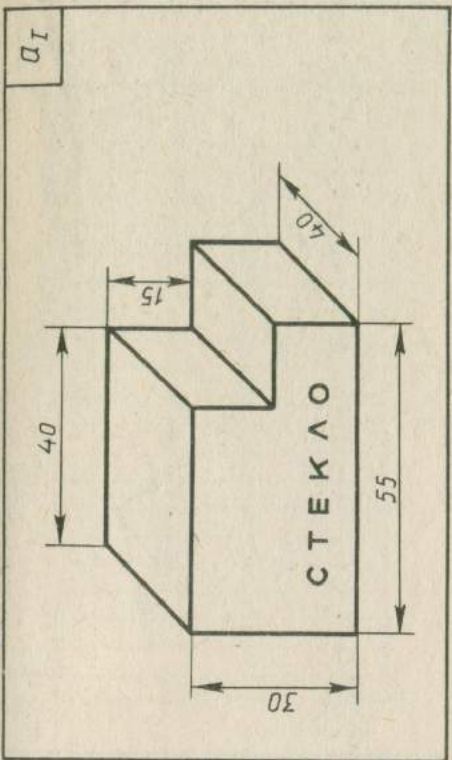
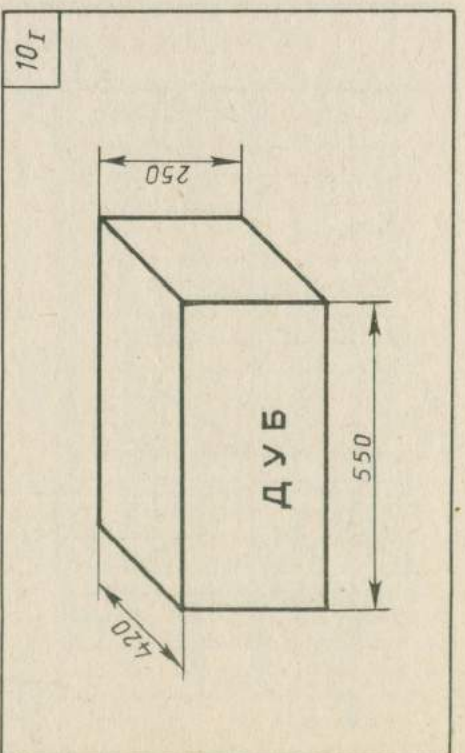
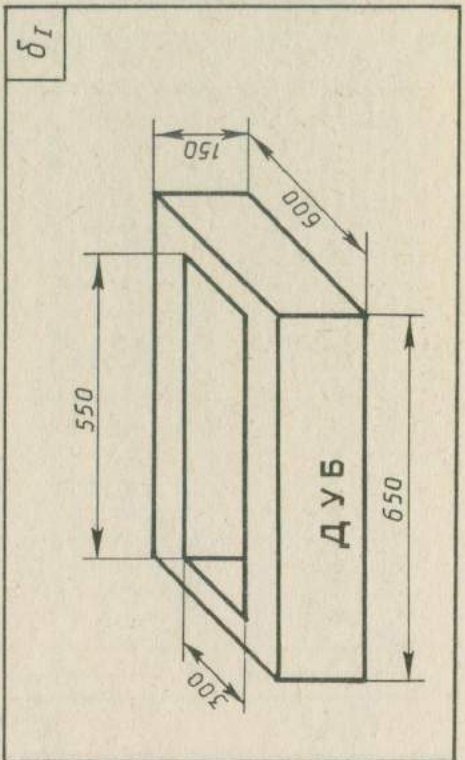


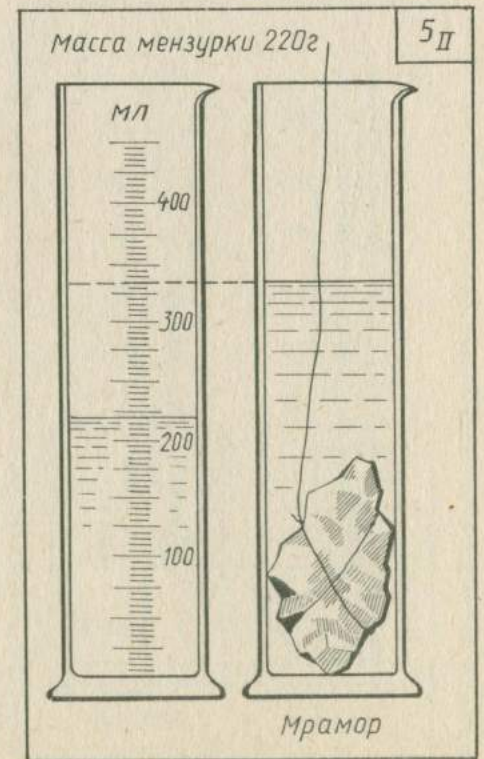
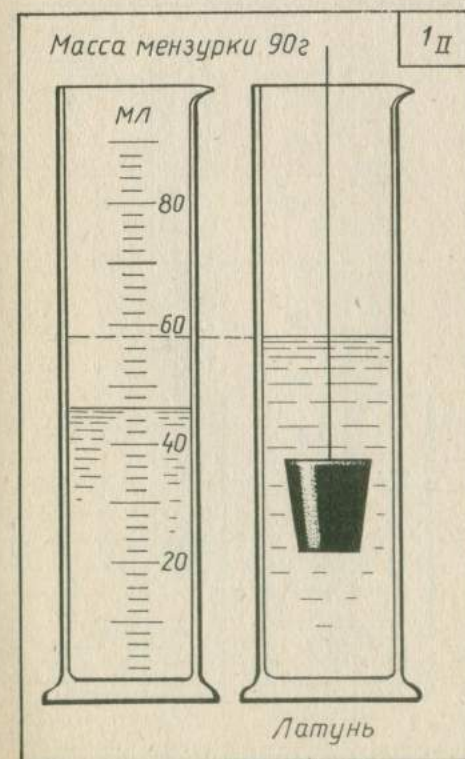
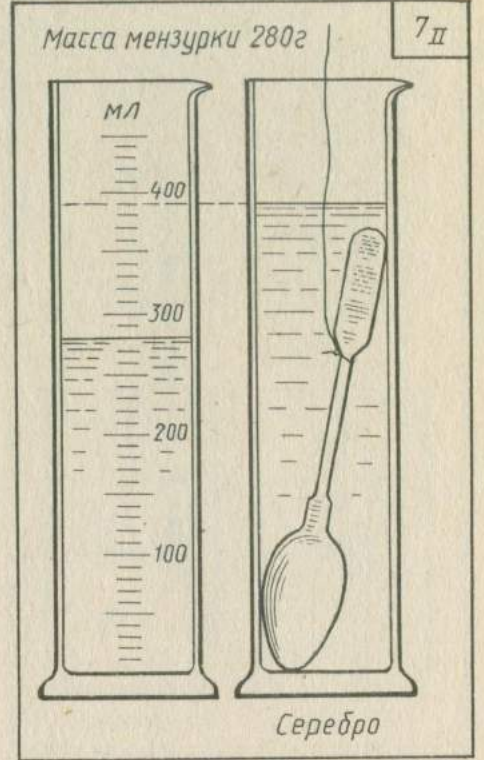
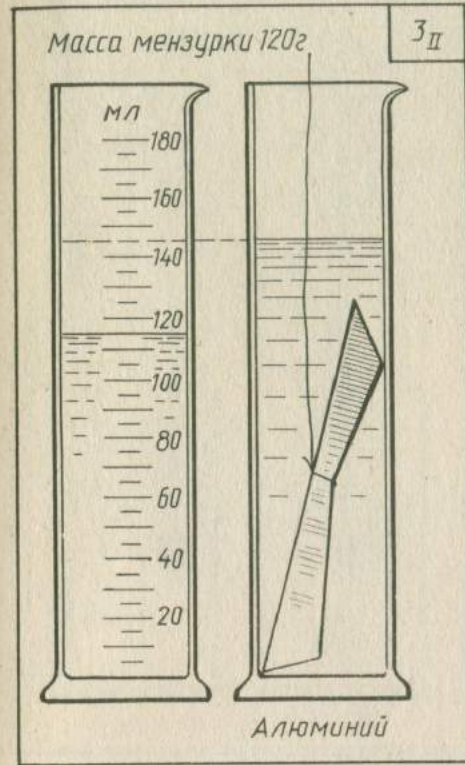
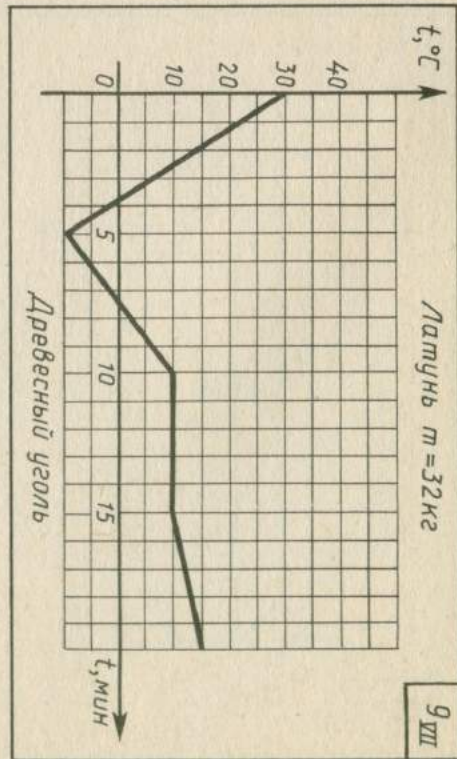
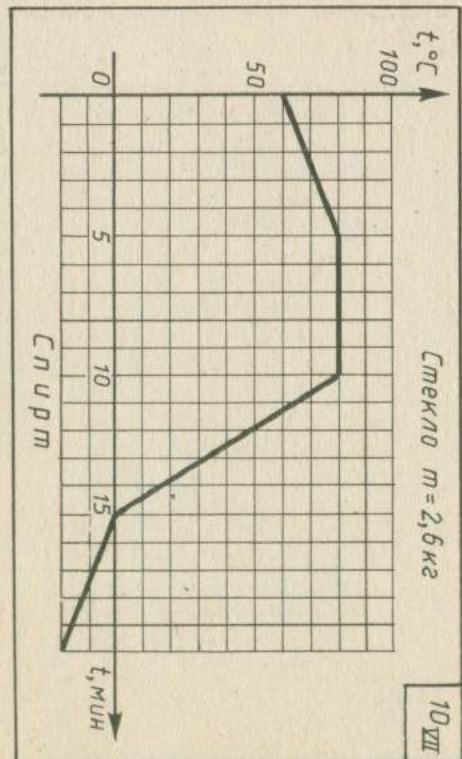
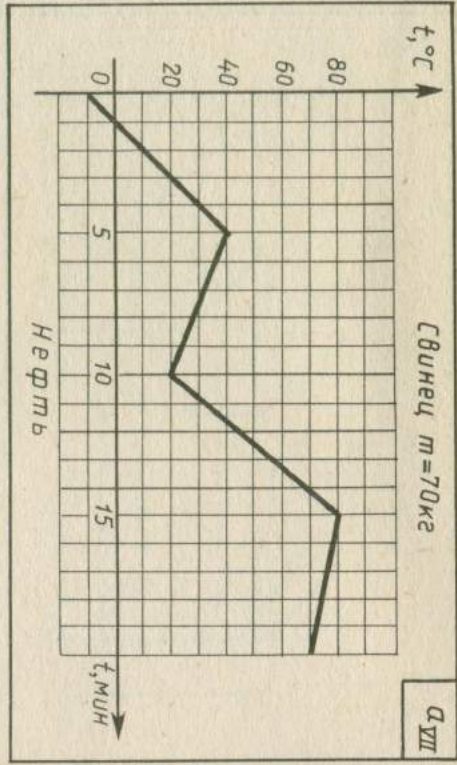
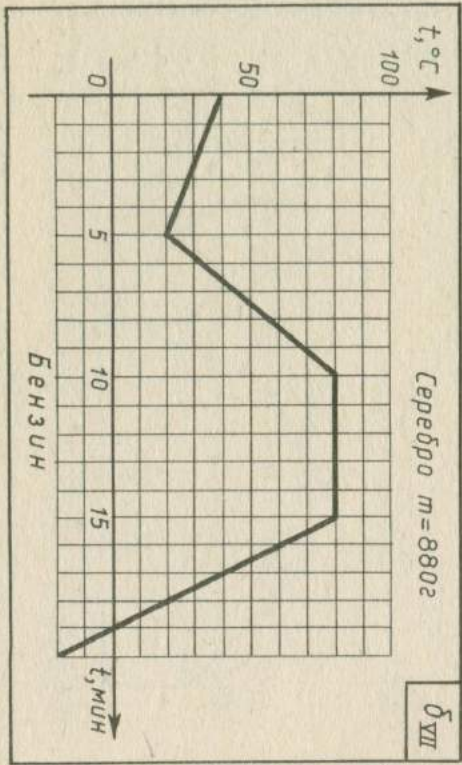
Рис. 19. Чертеж деталей для изготовления модели амперметра (или вольтметра) со сменной оцифровкой на шкале.

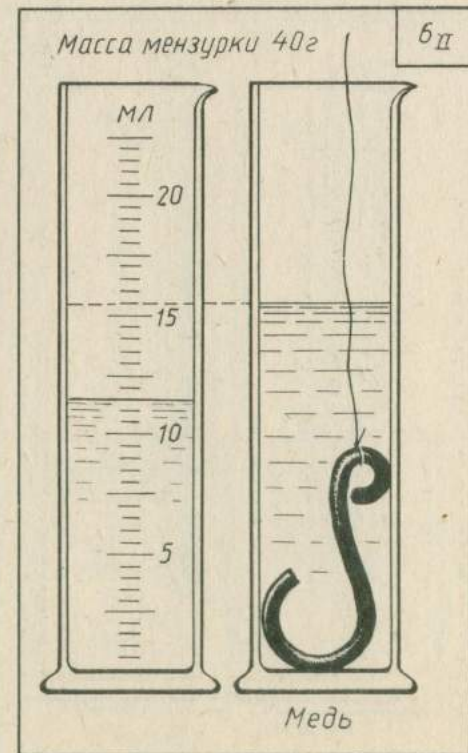
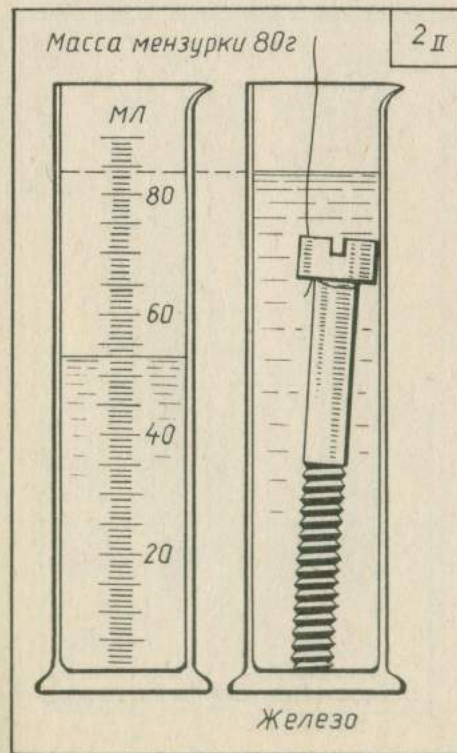
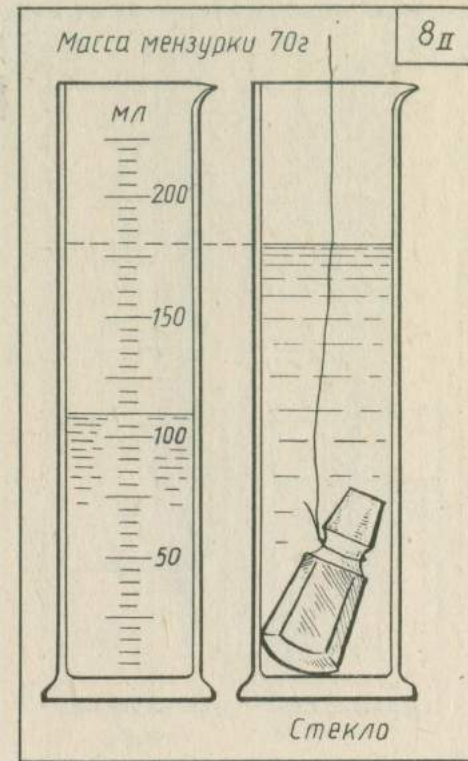
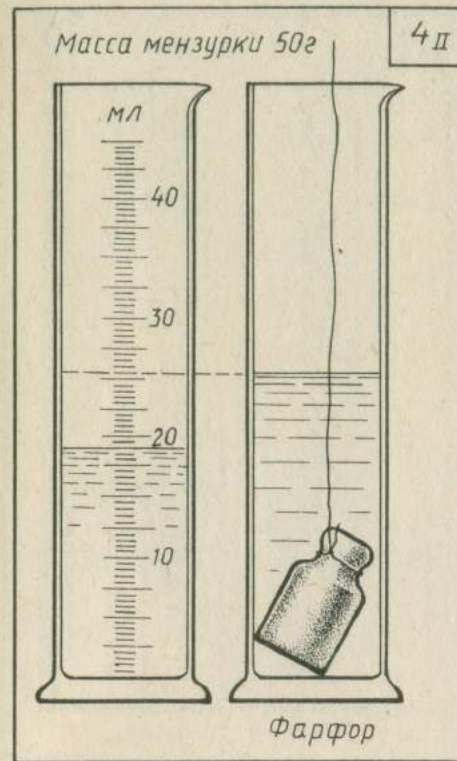
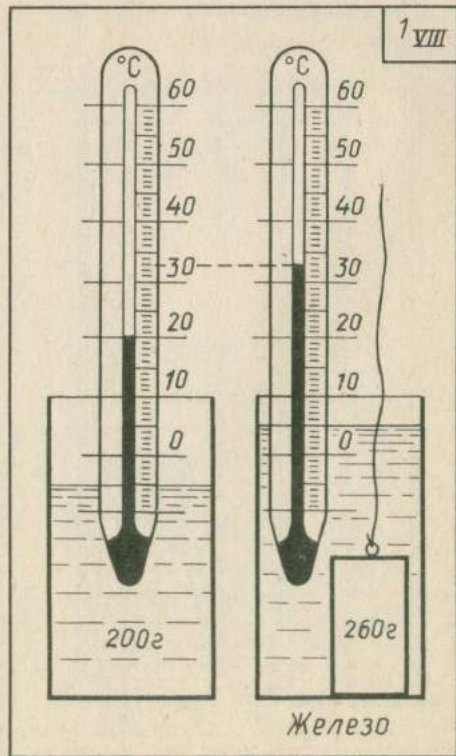
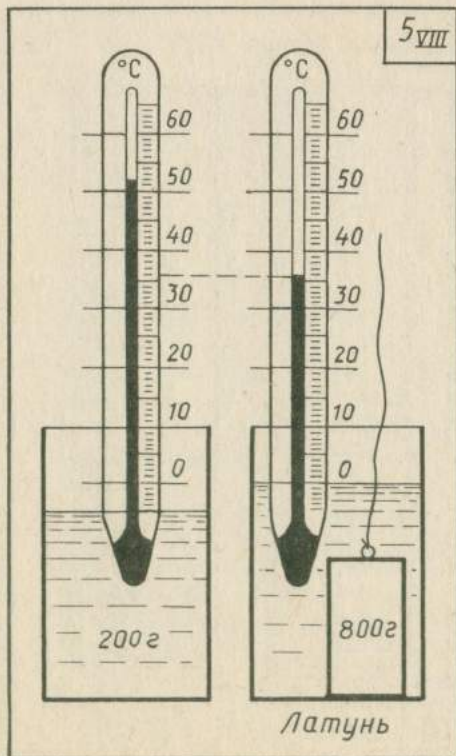
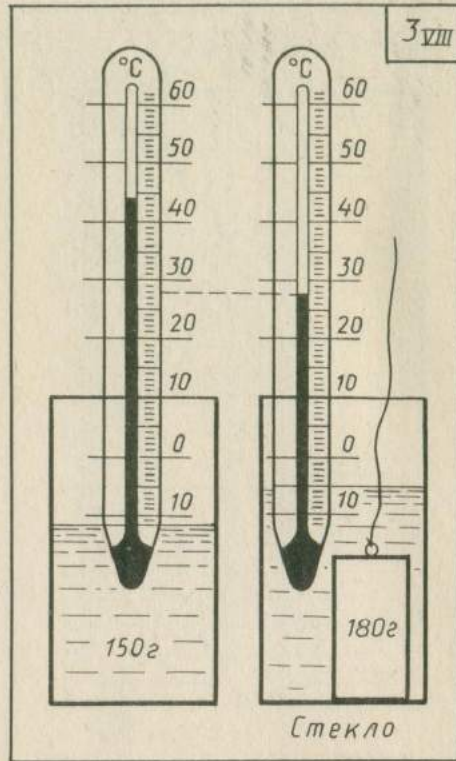
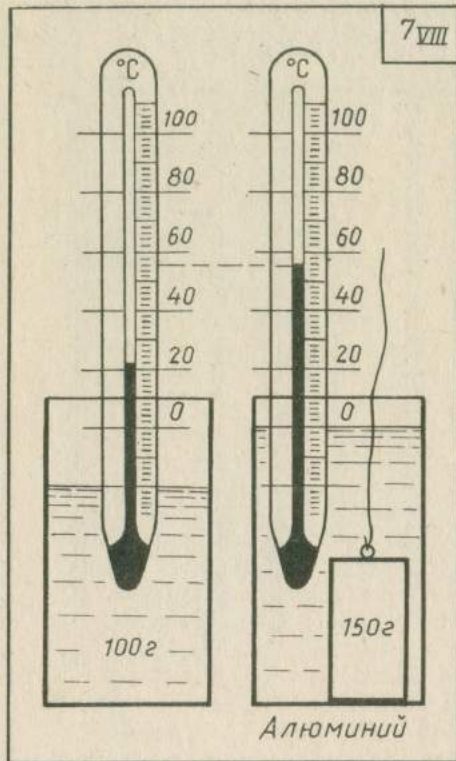
2. ДВА КОМПЛЕКТА КАРТОЧЕК ВСЕХ СЕРИЙ

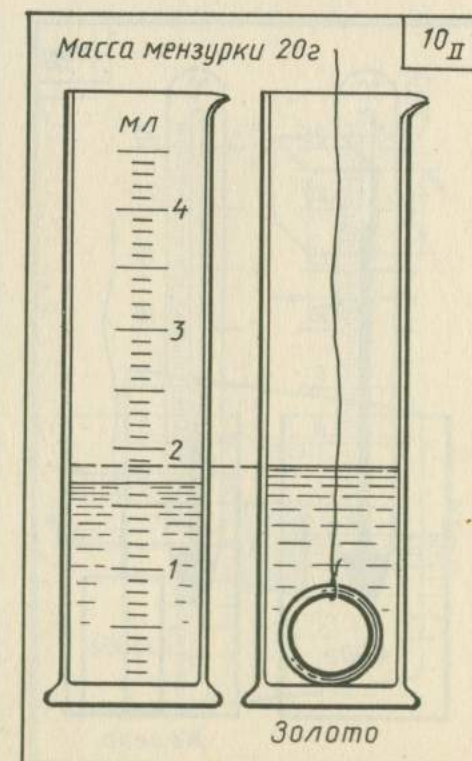
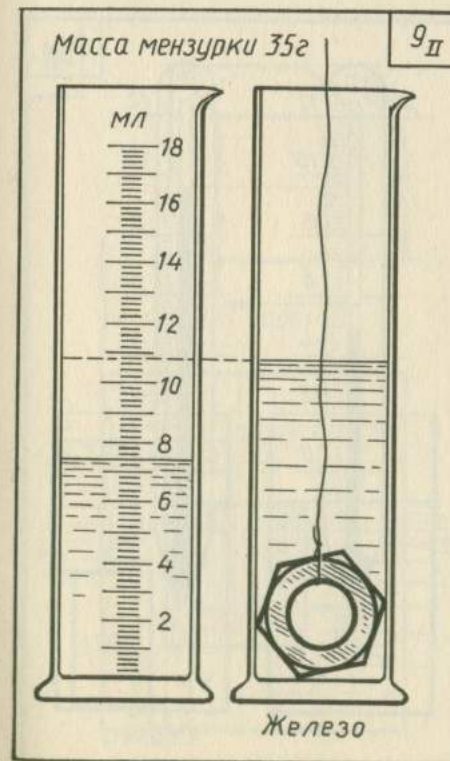
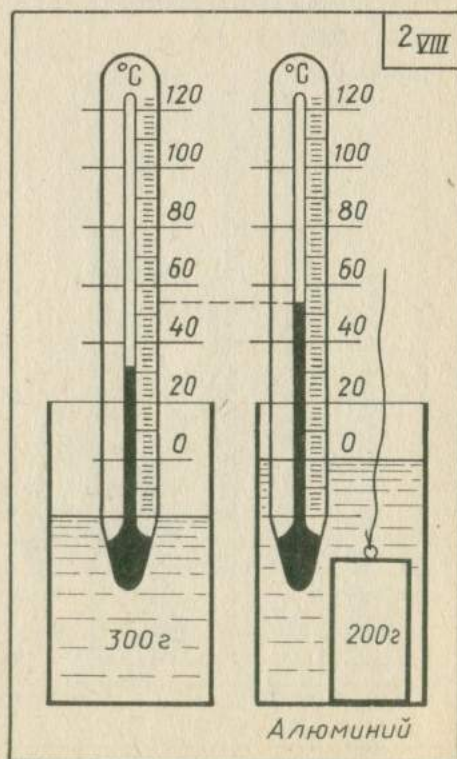
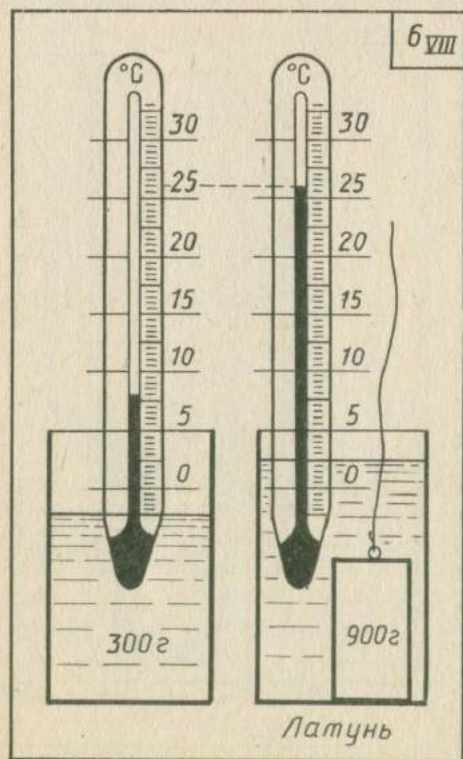
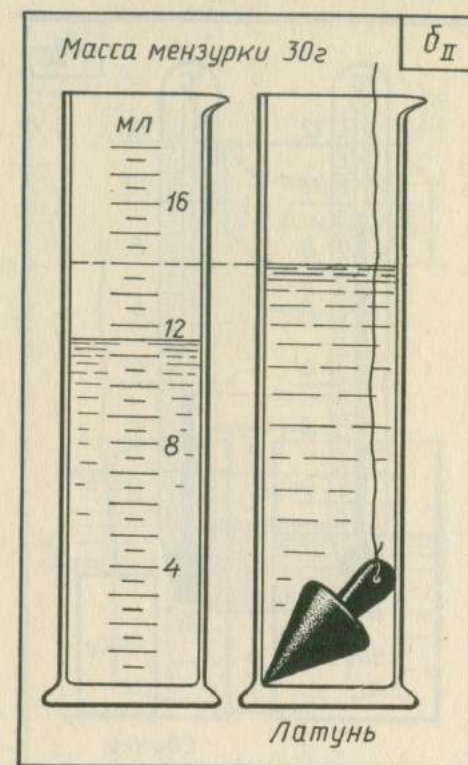
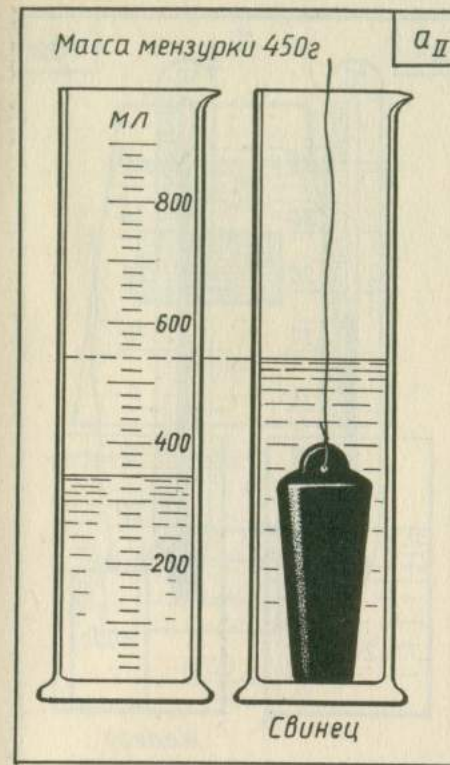
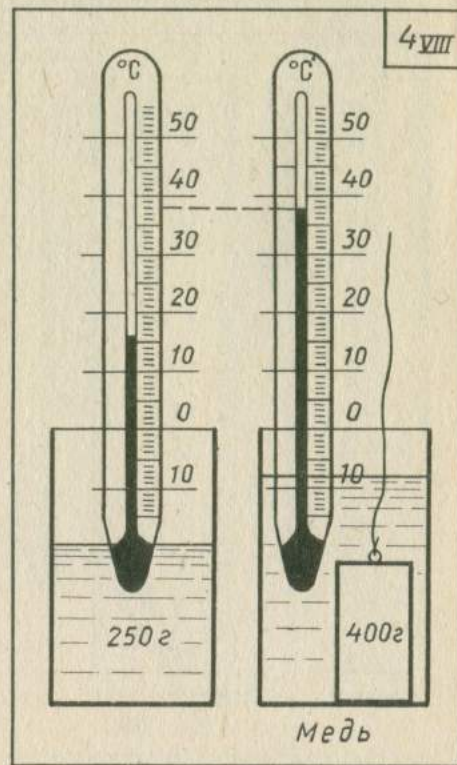
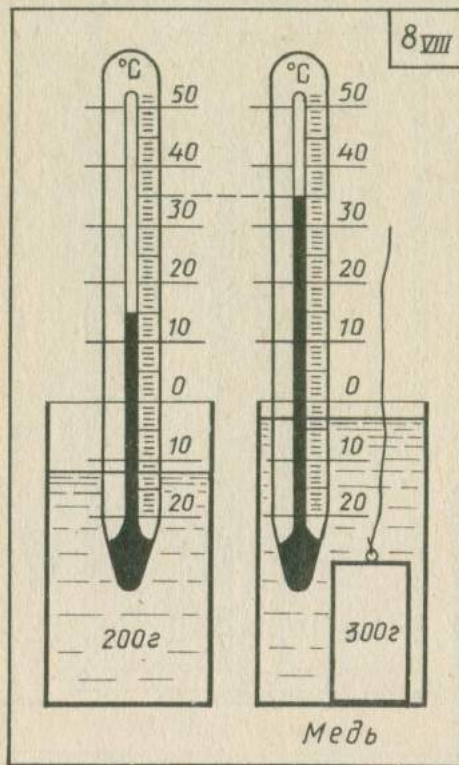


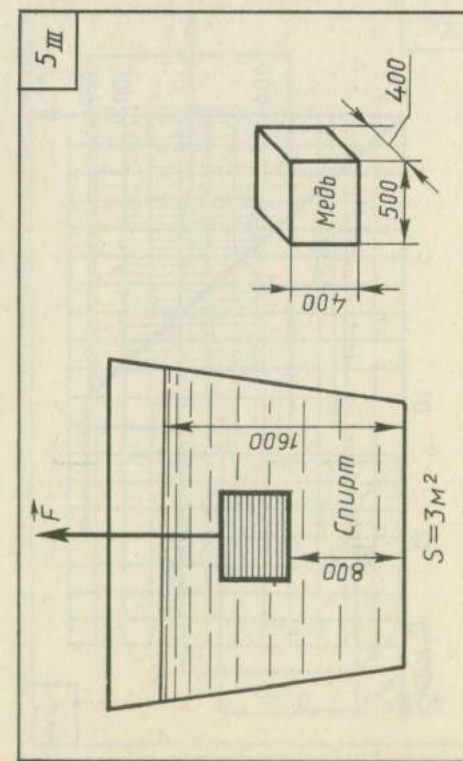
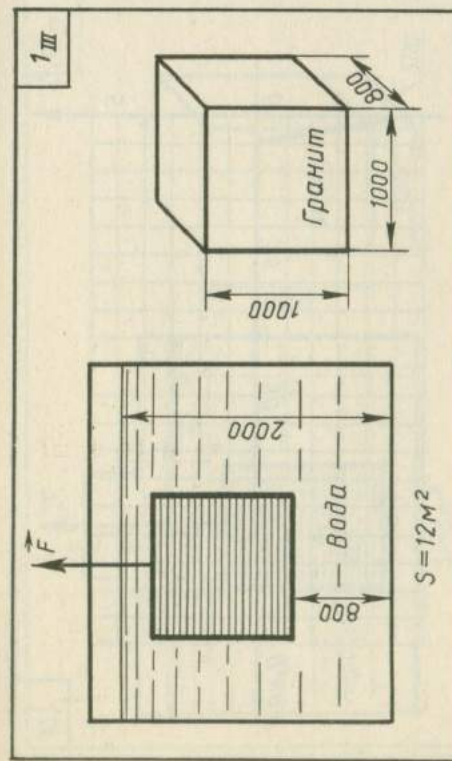
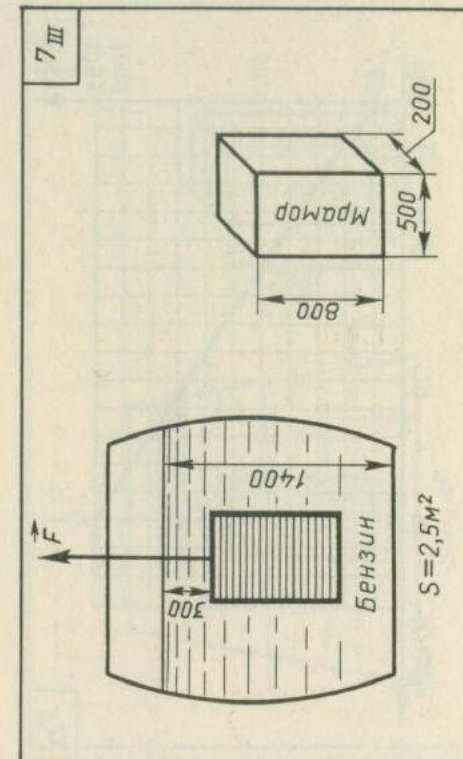
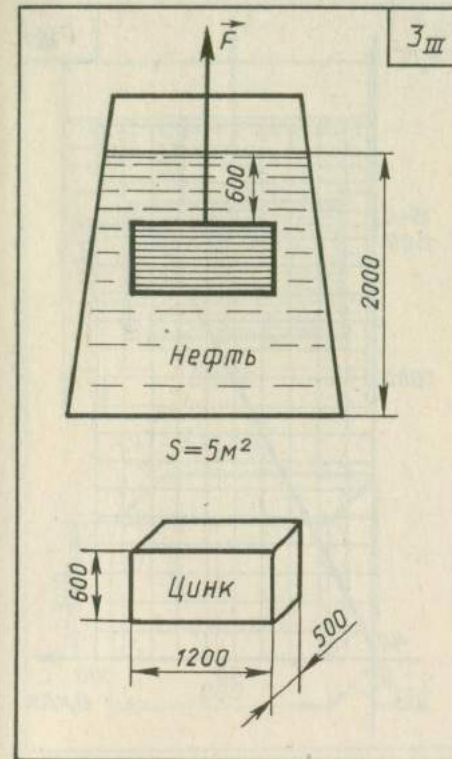
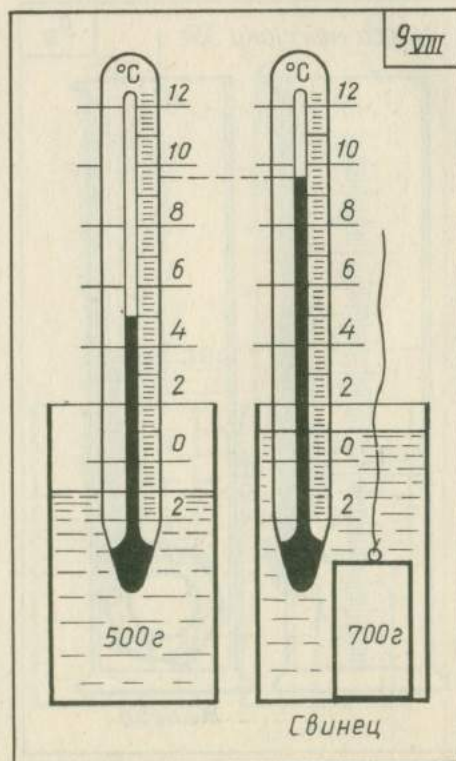
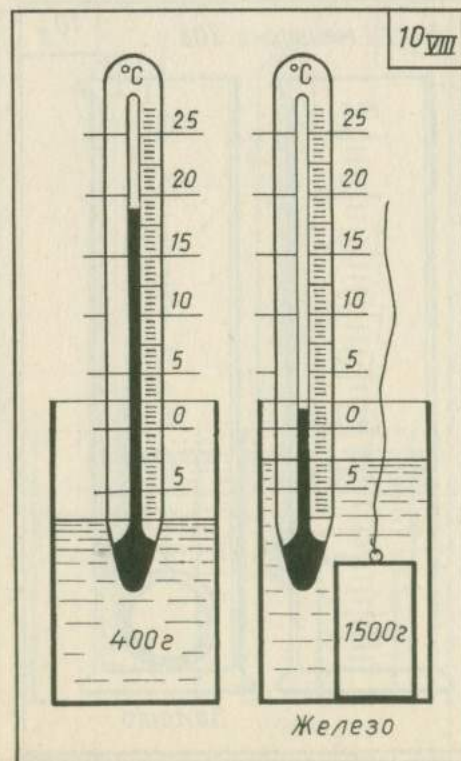
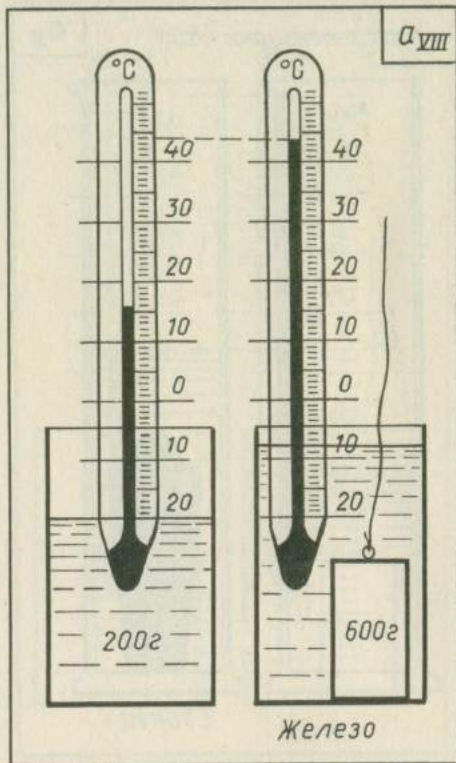
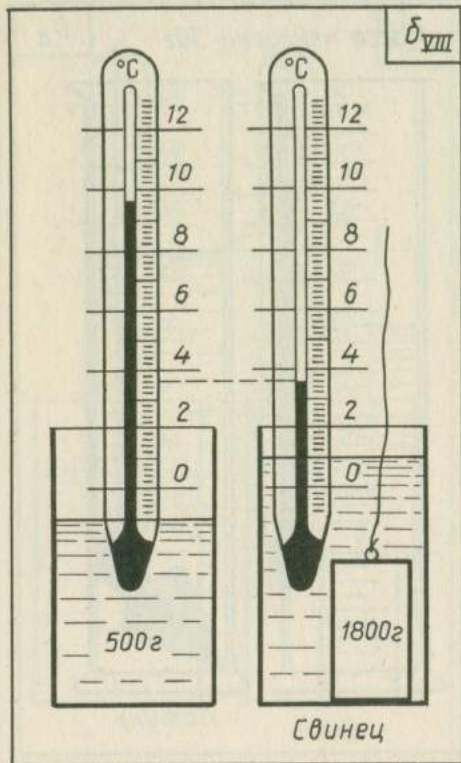


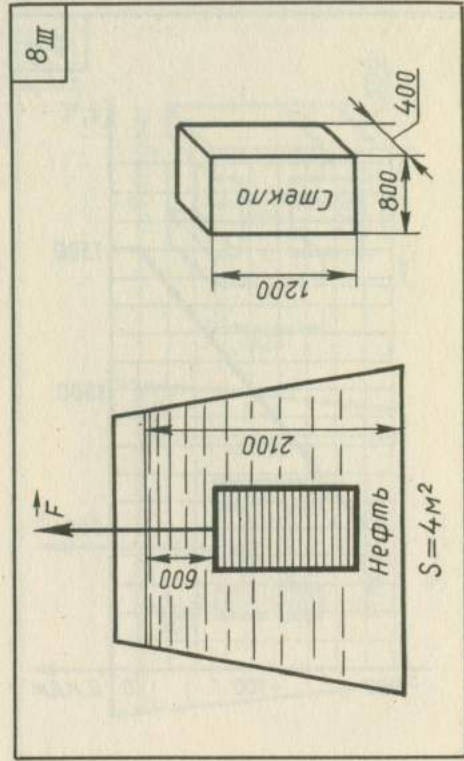
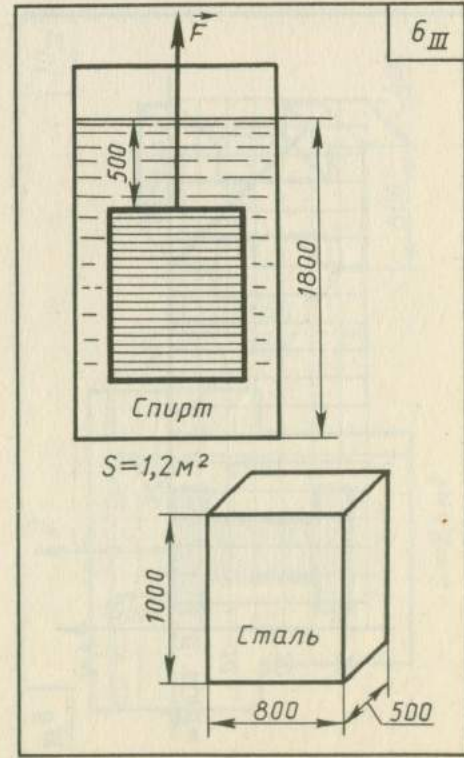
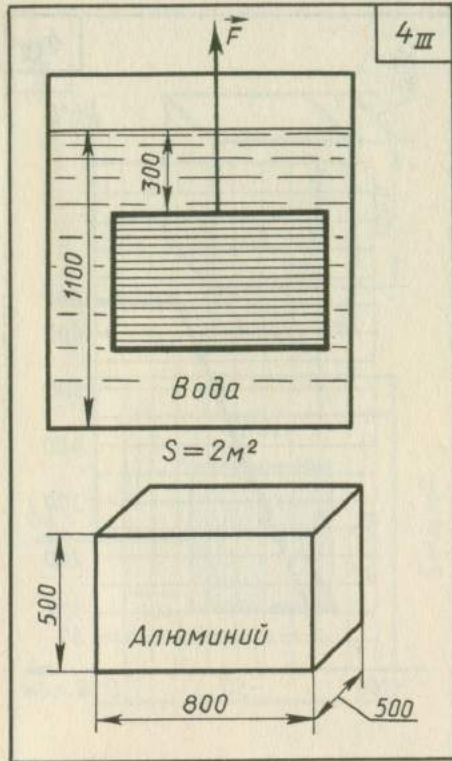
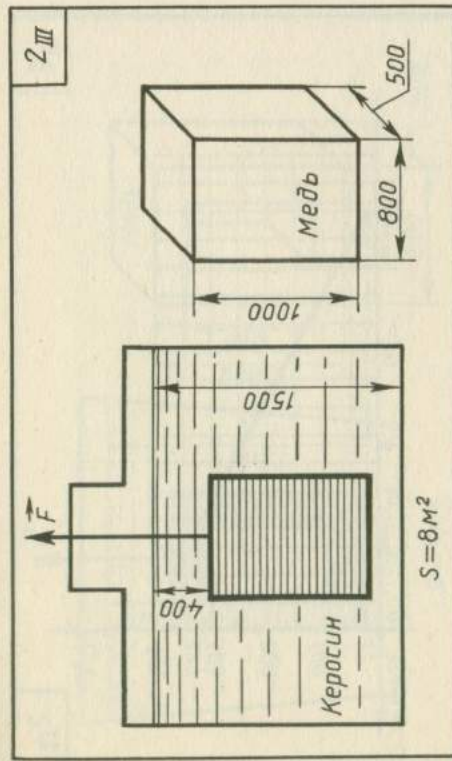
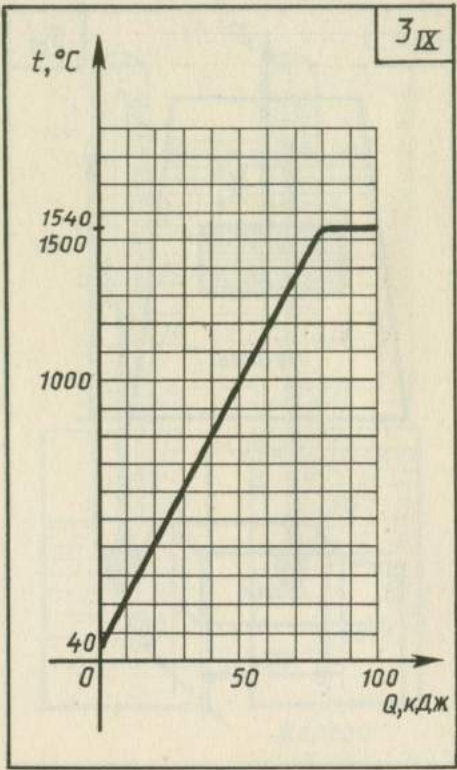
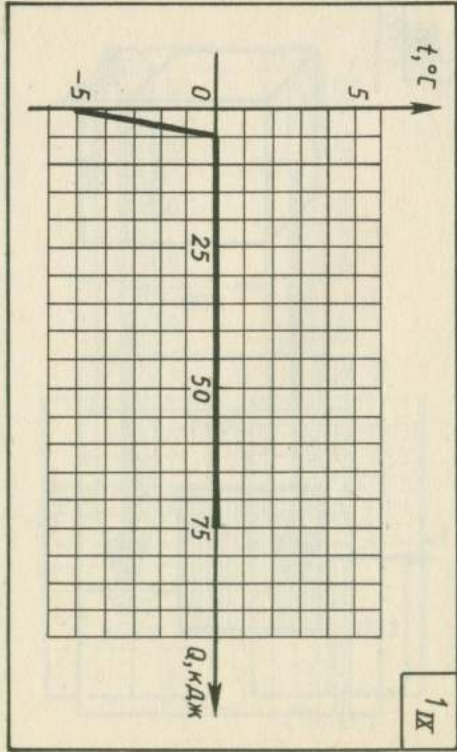
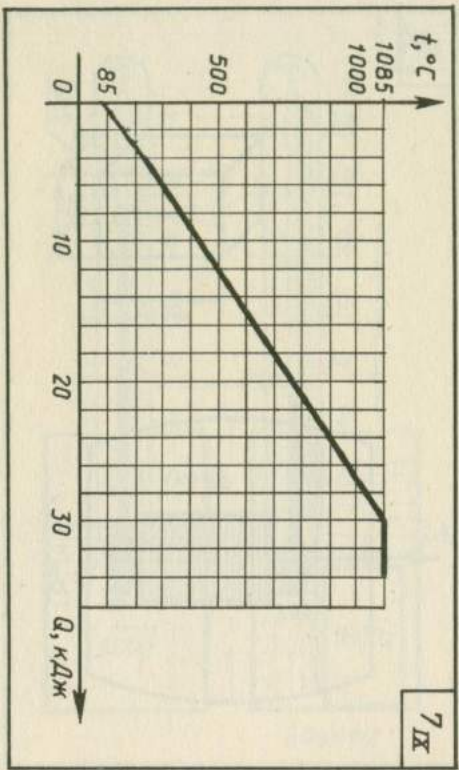
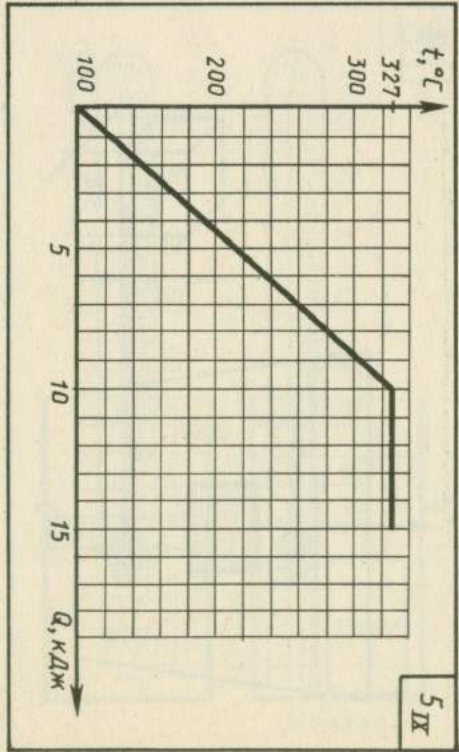


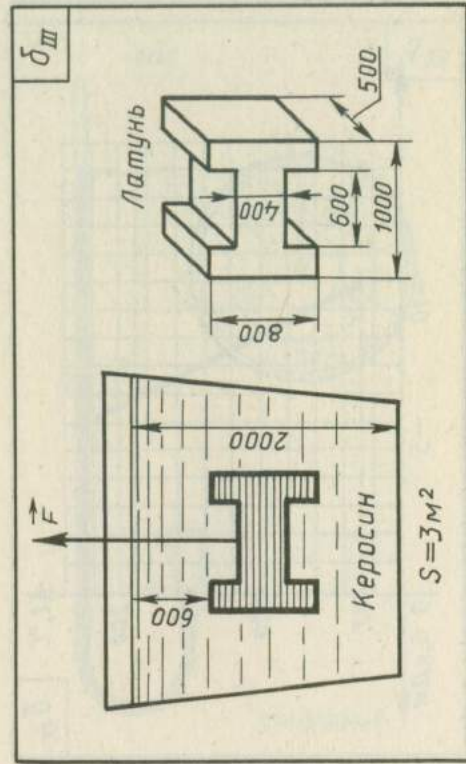
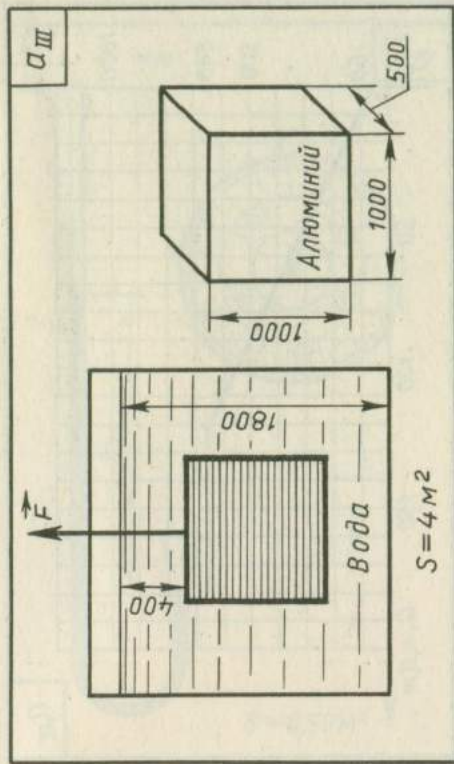
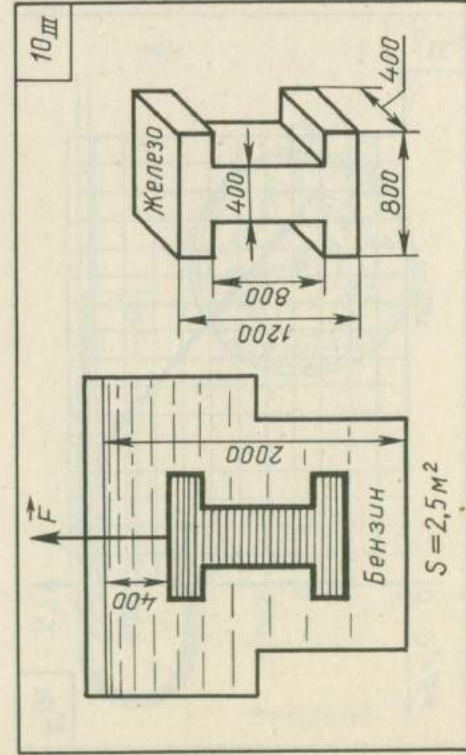
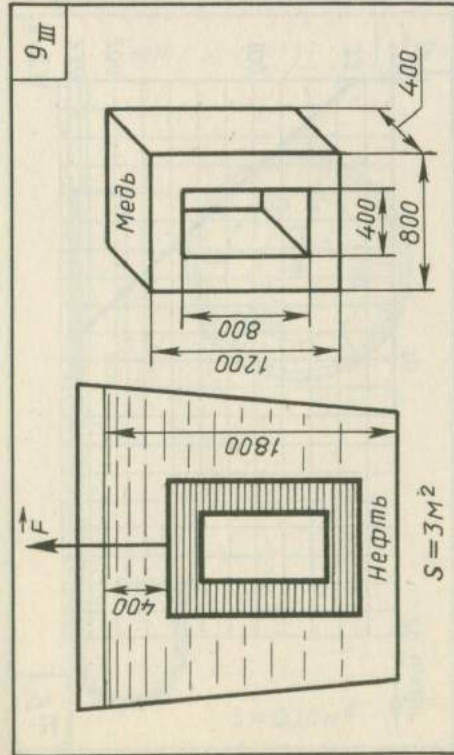
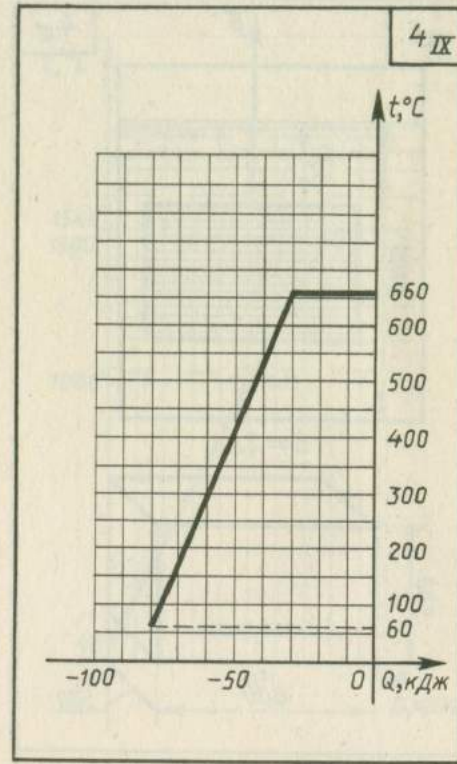
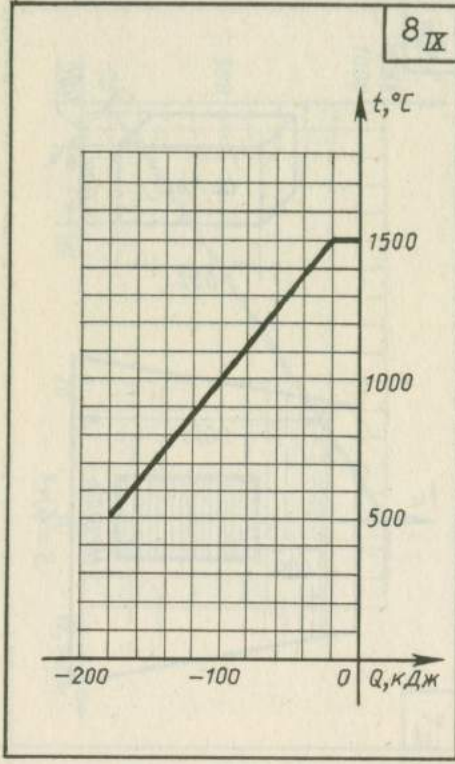
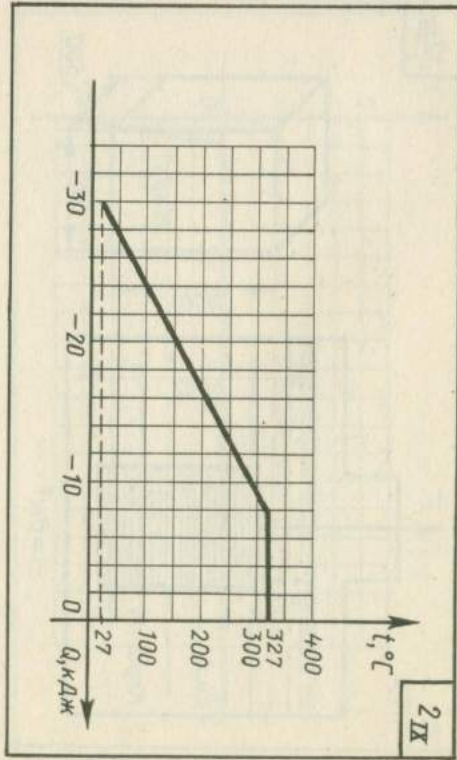
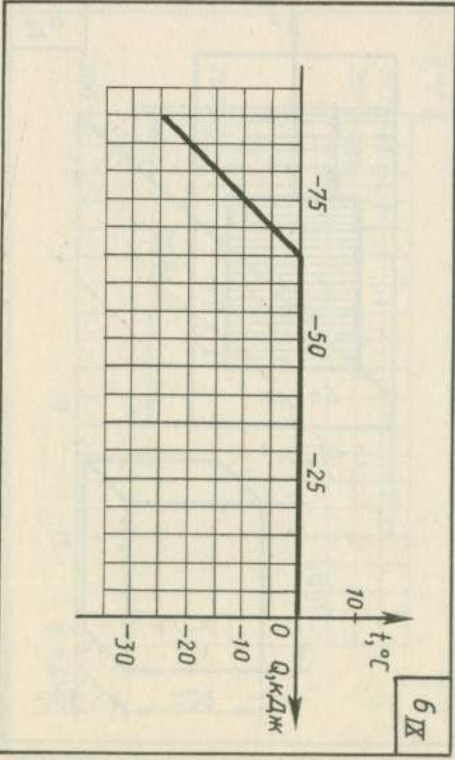


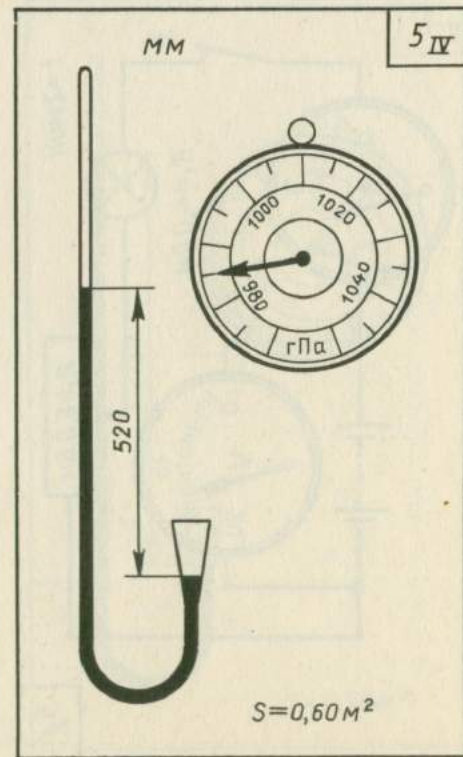
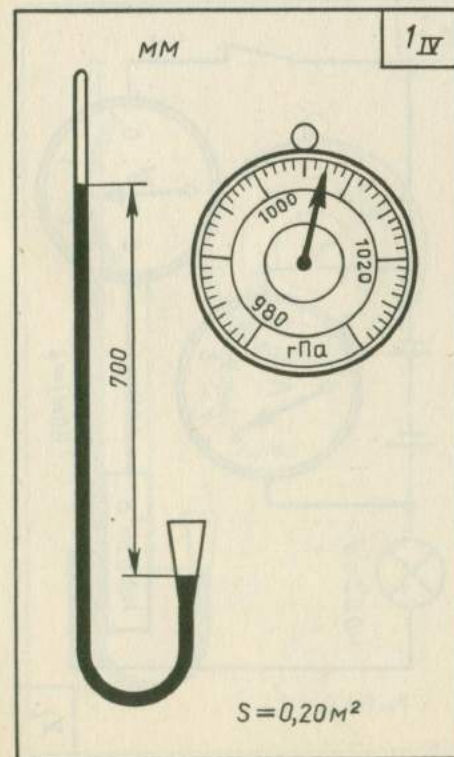
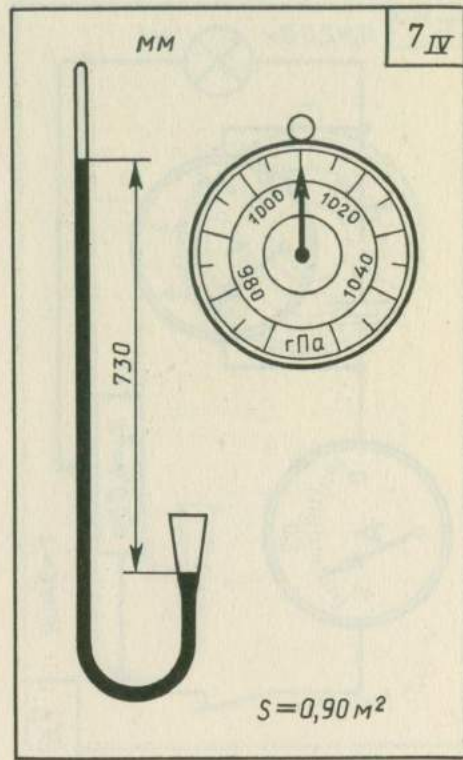
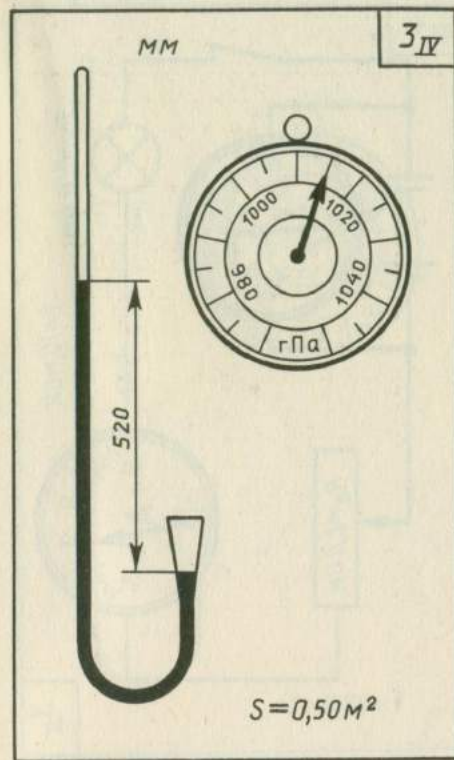
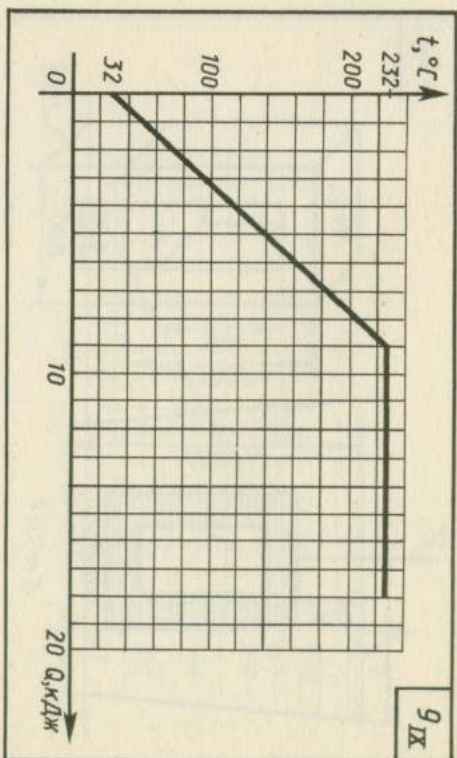
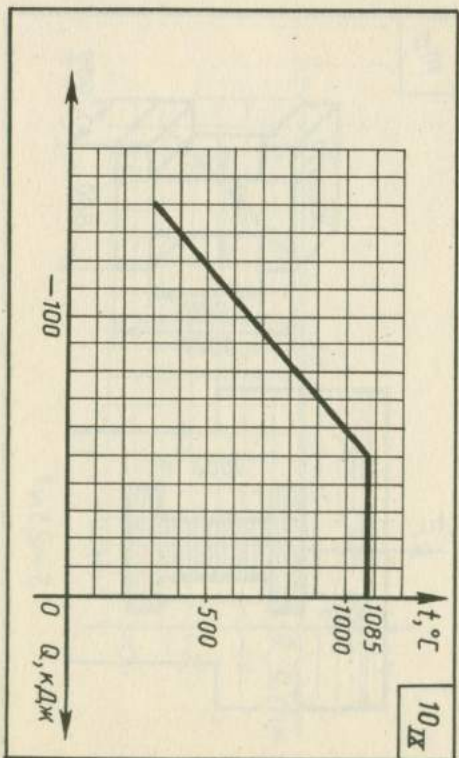
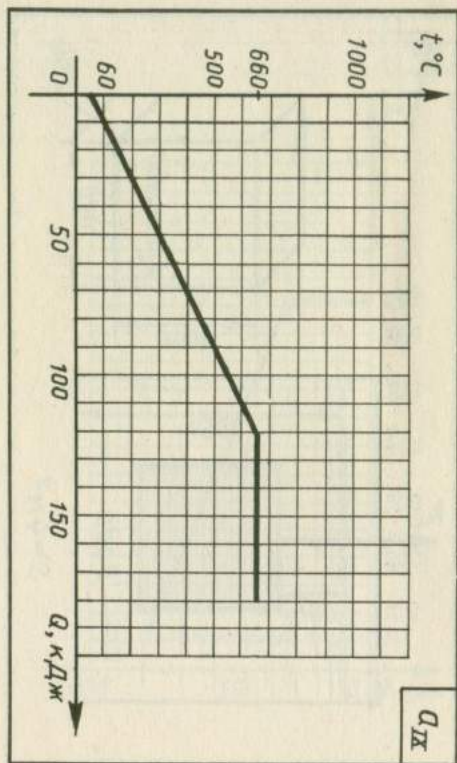
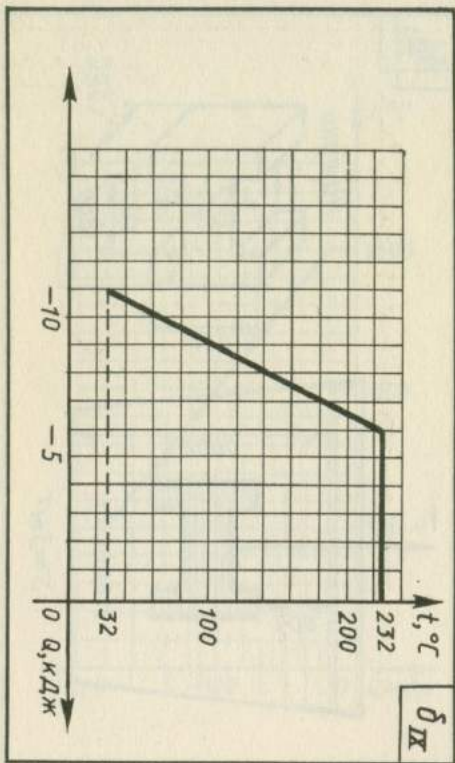


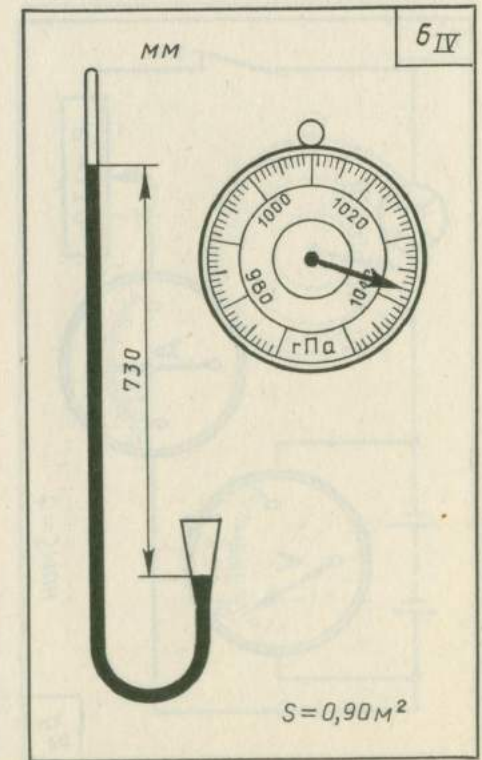
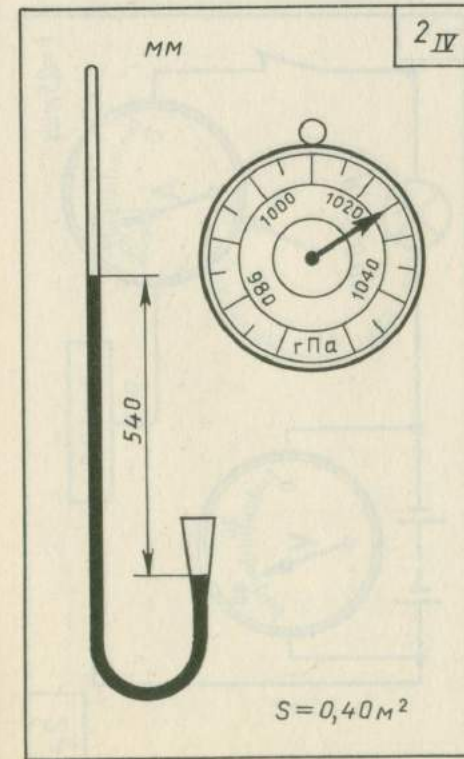
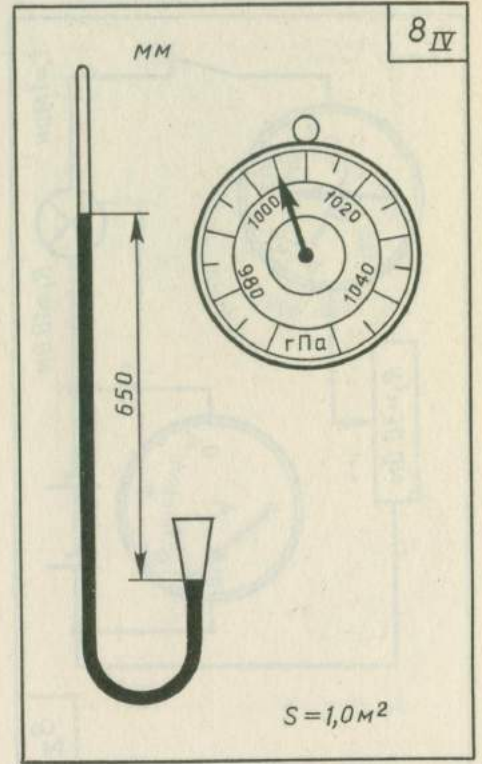
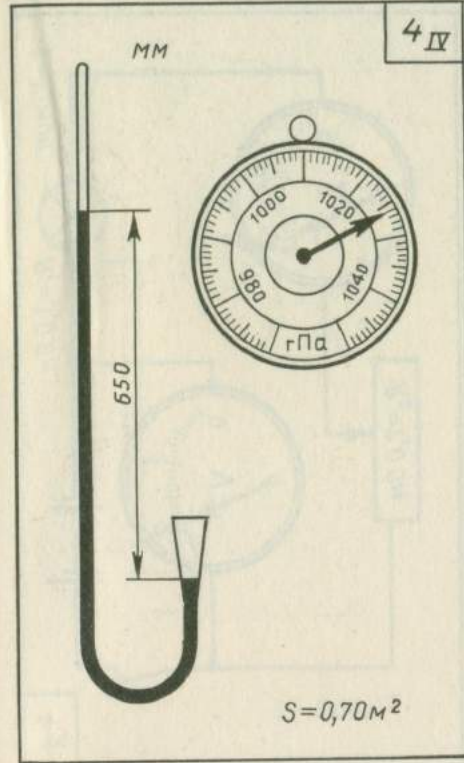
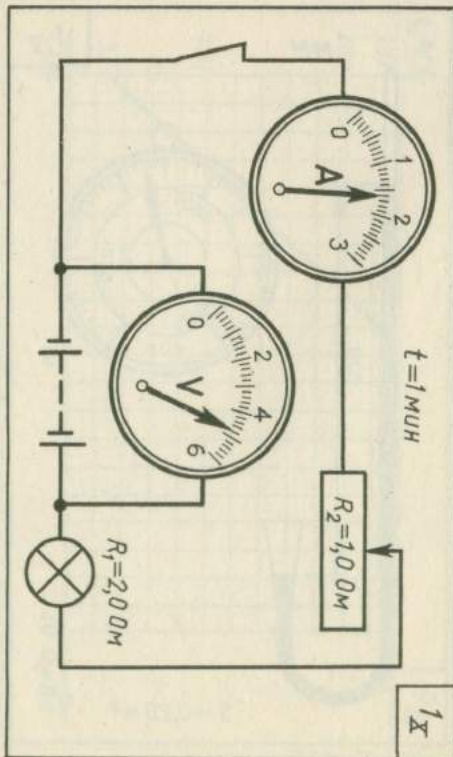
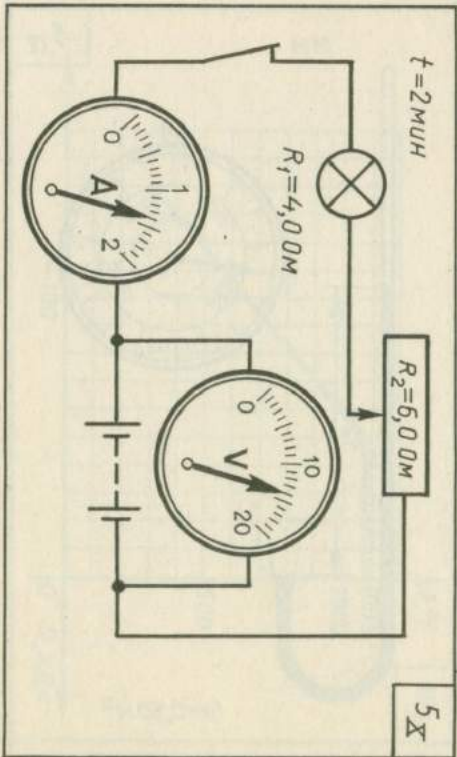
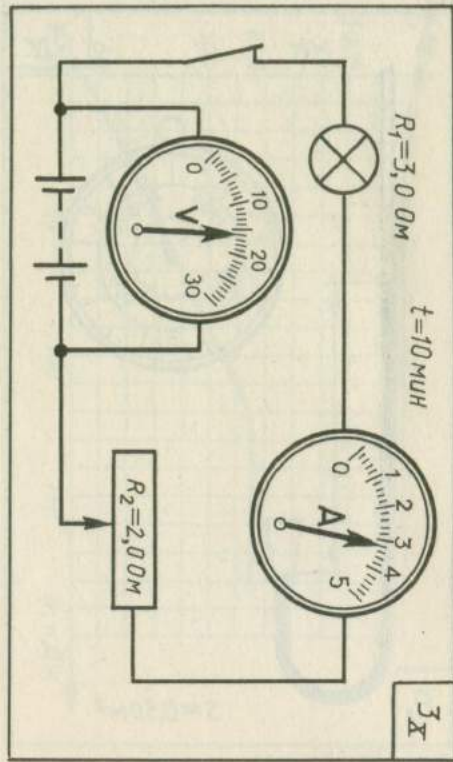
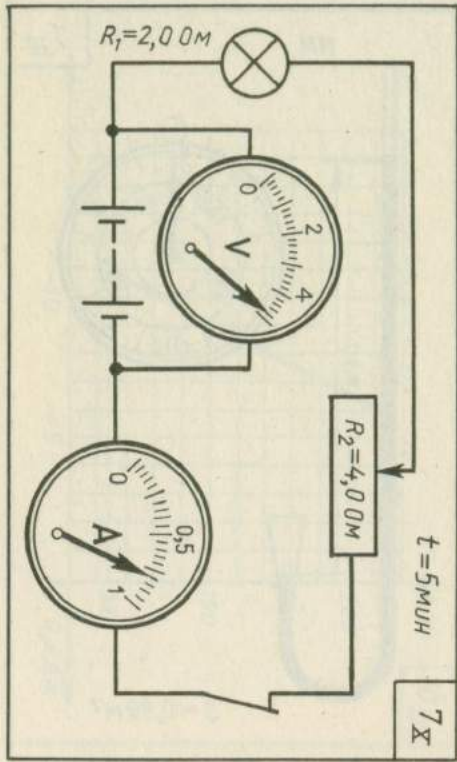


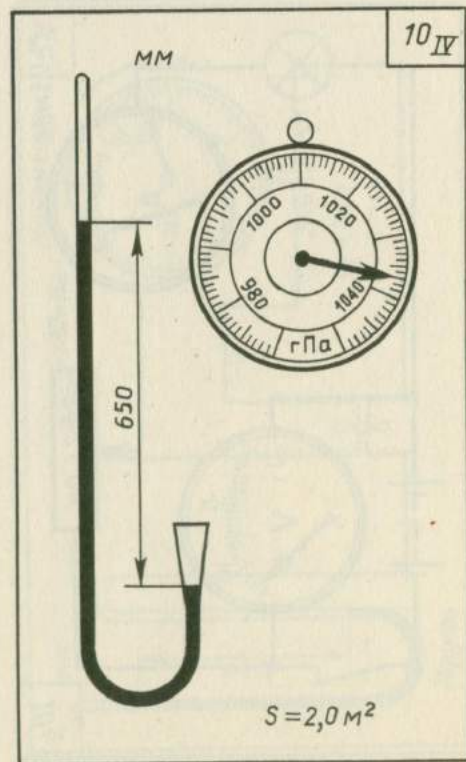
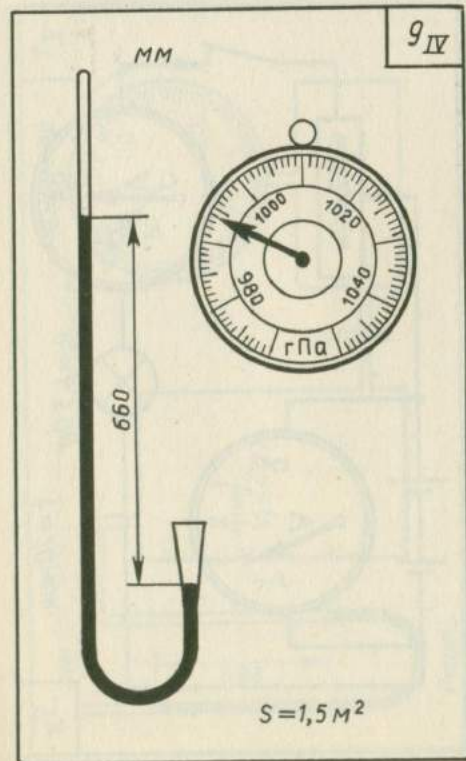
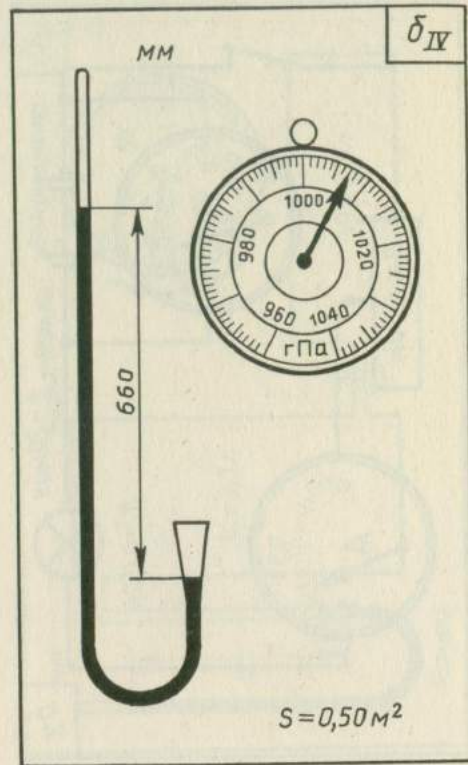
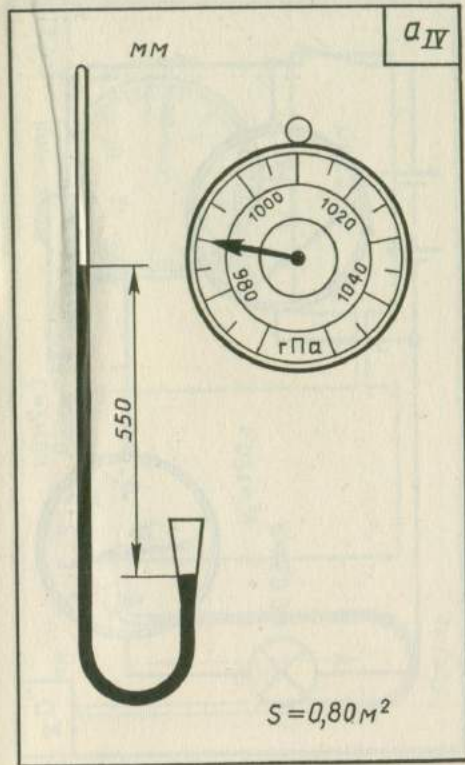
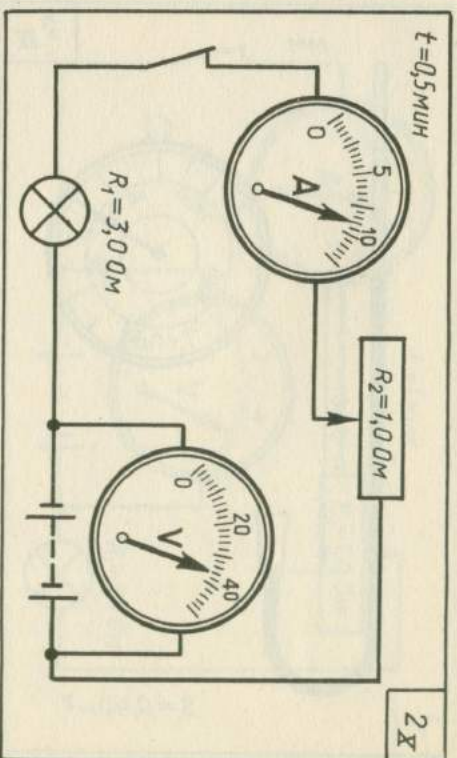
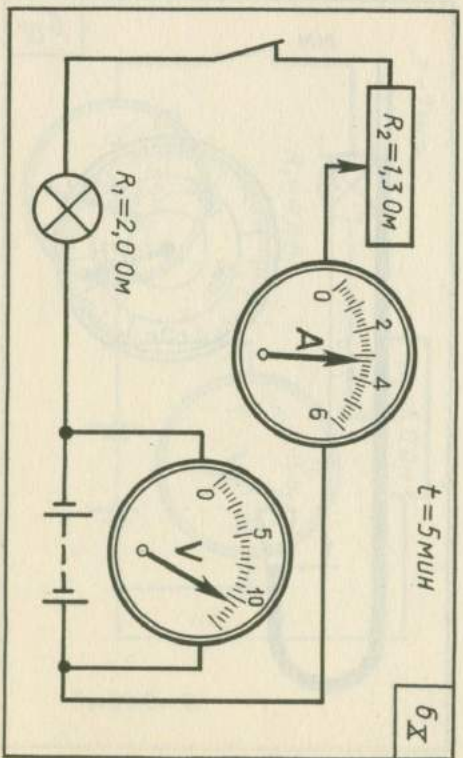
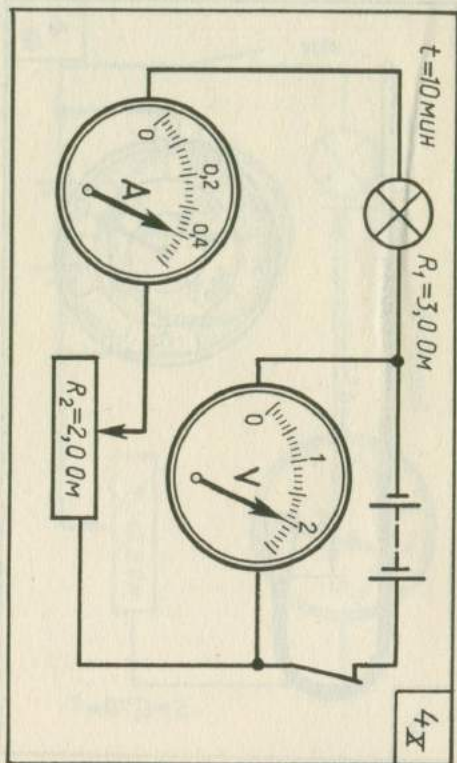
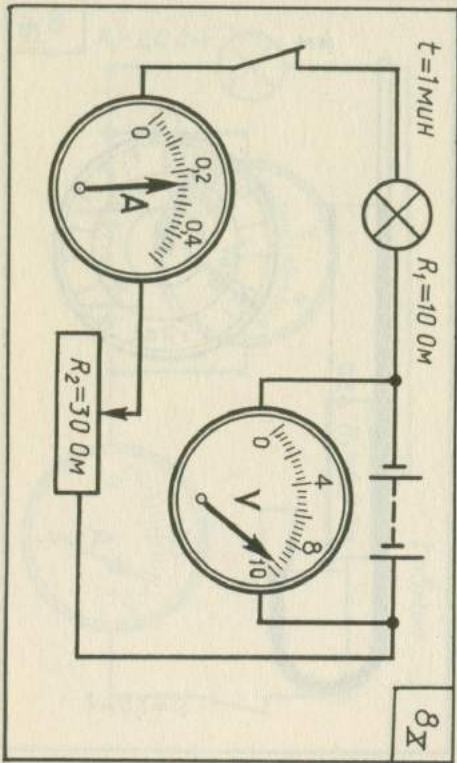


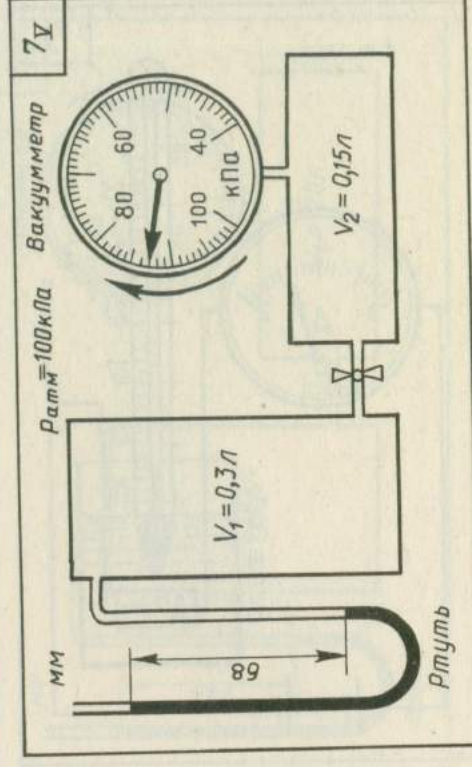
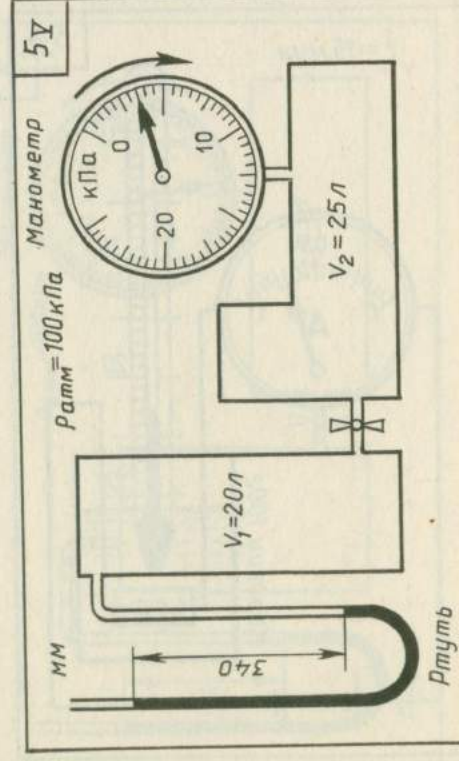
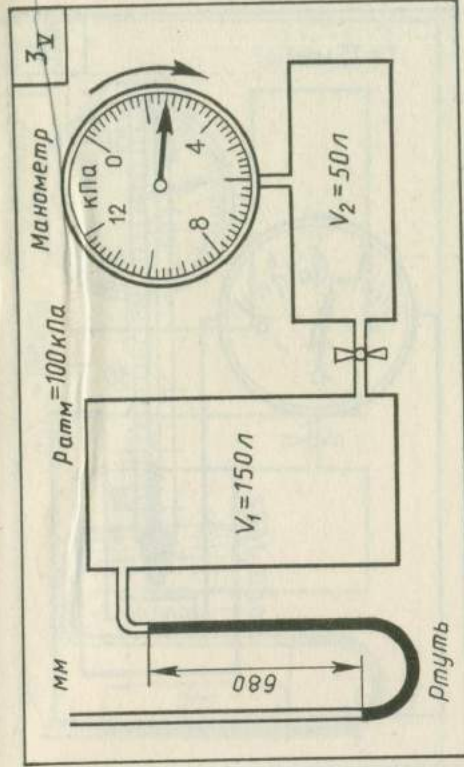
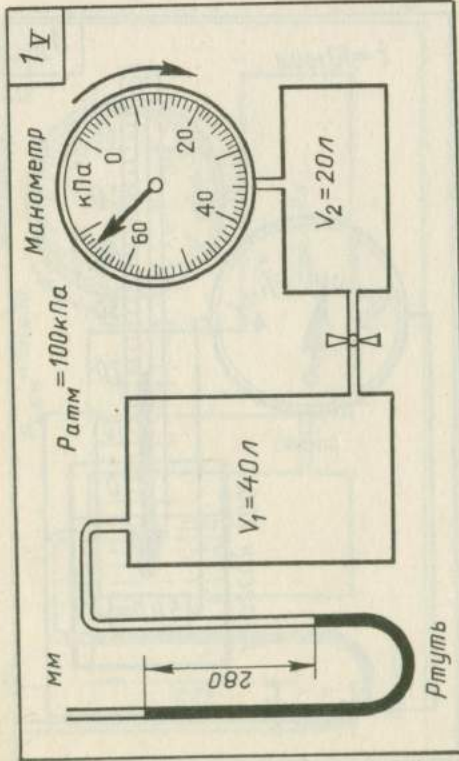
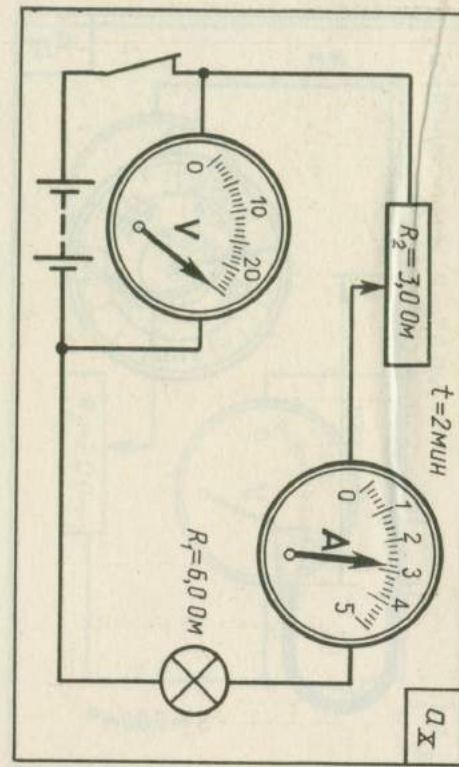
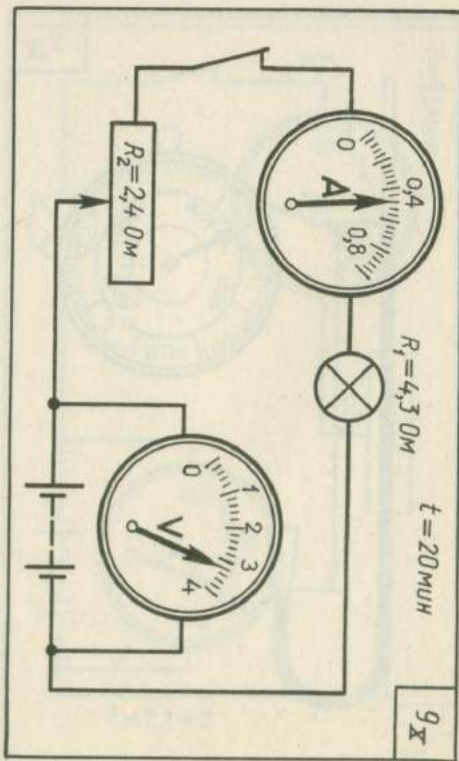
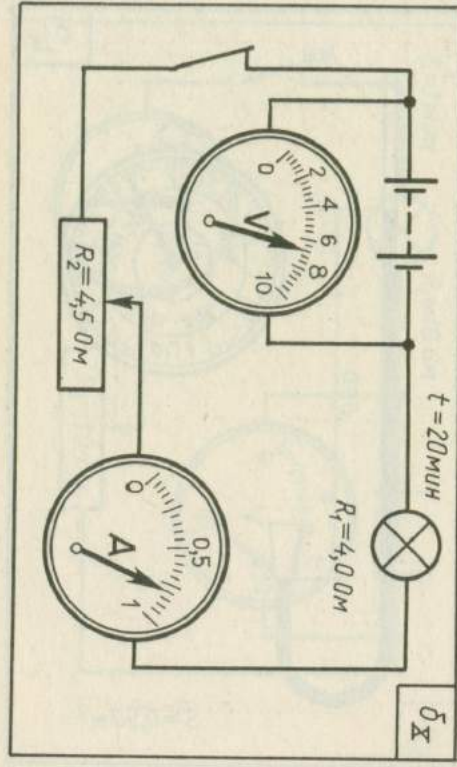
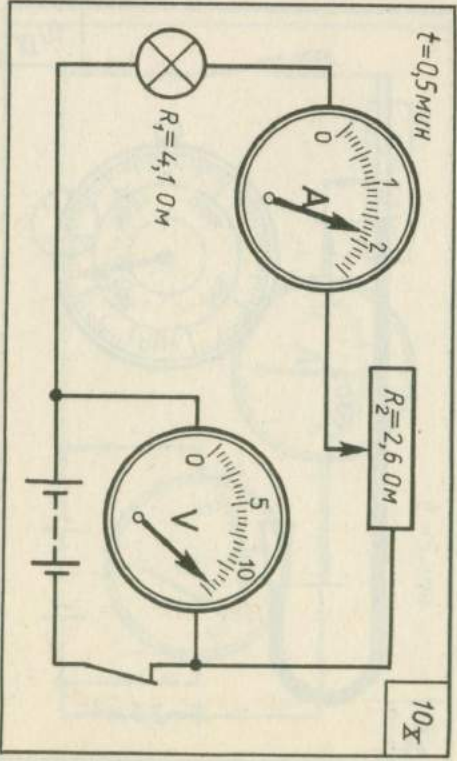


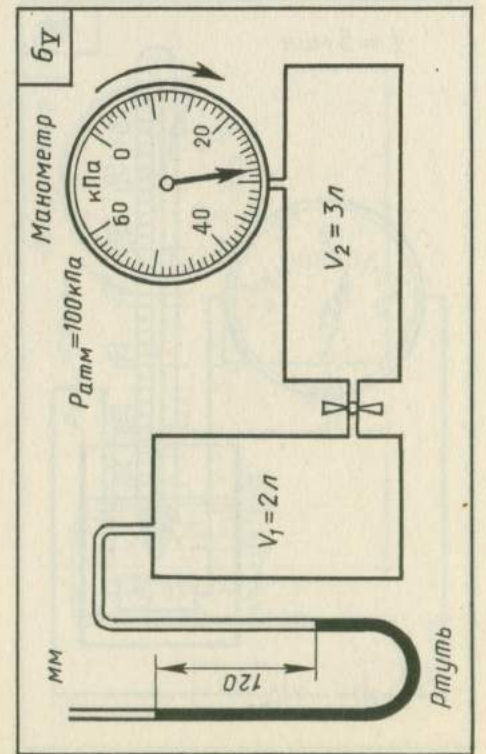
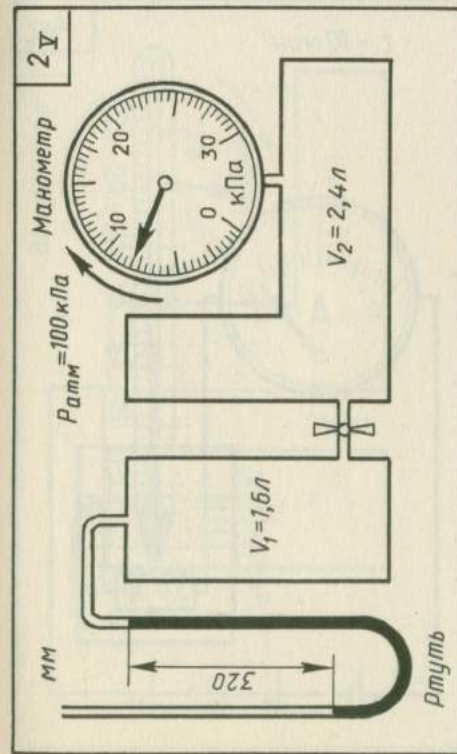
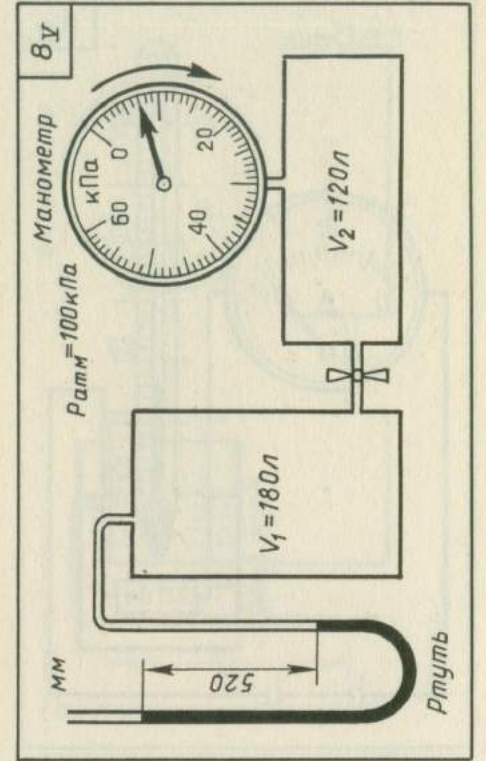
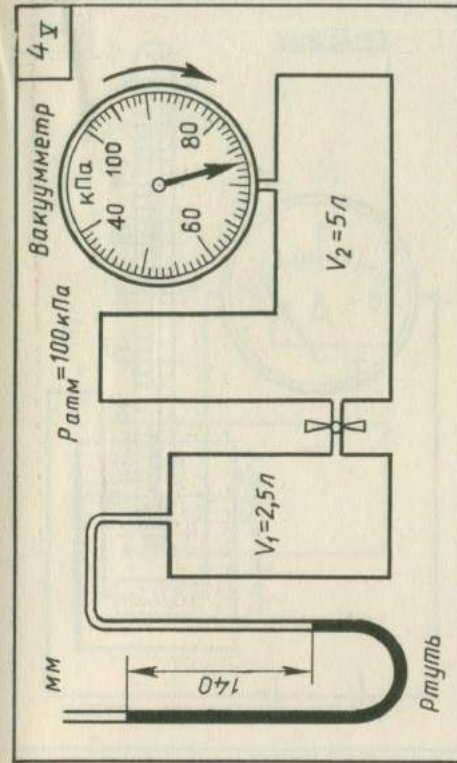
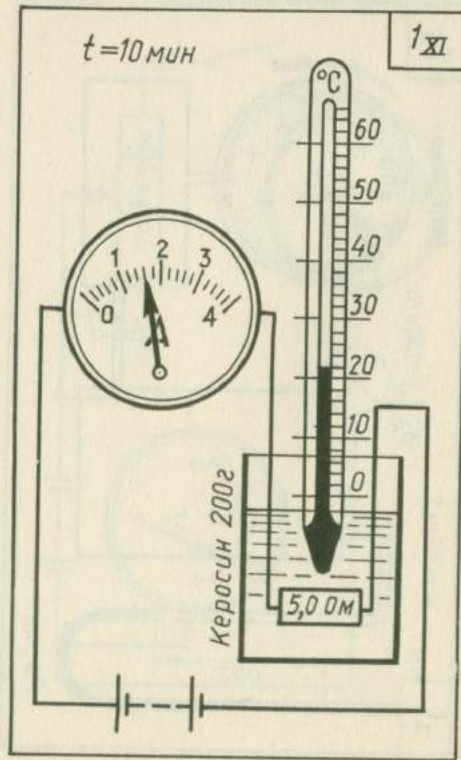
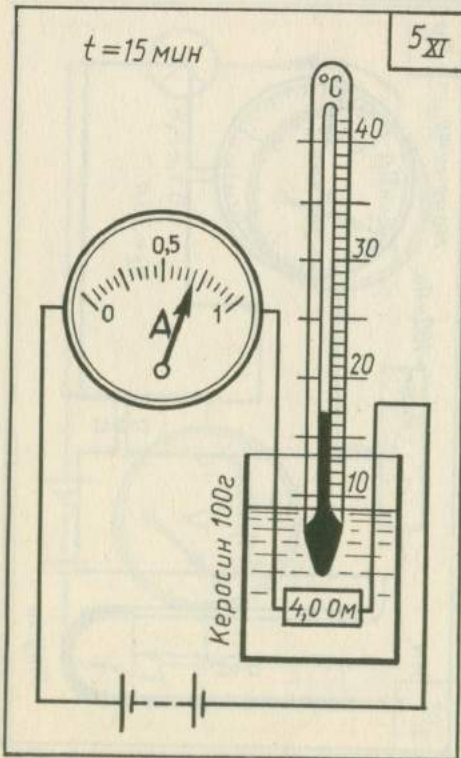
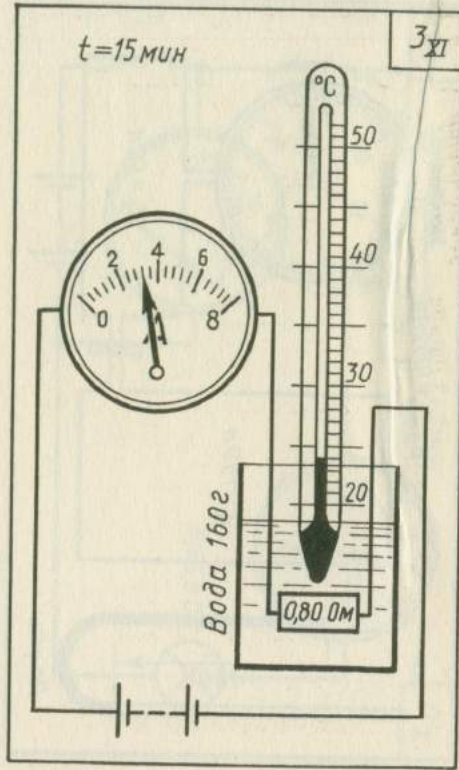
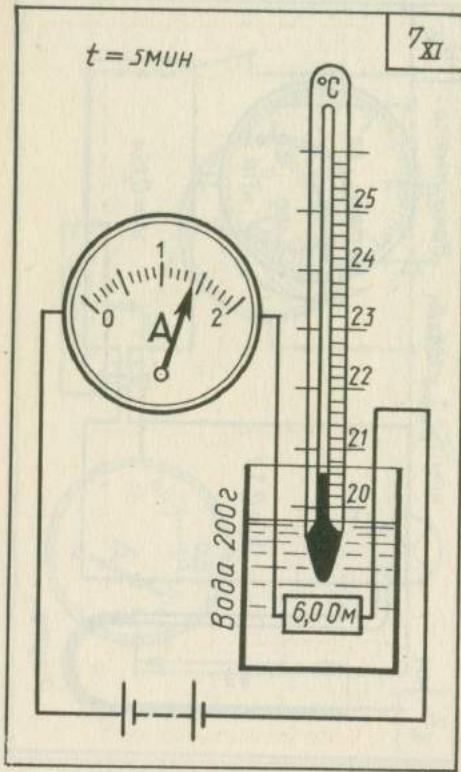


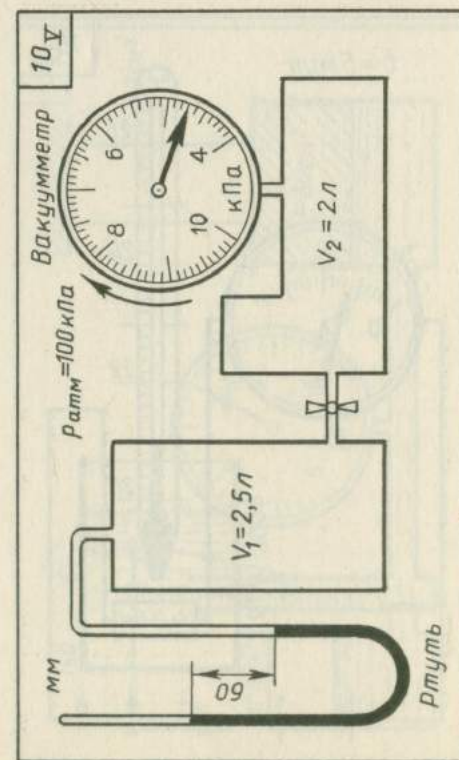
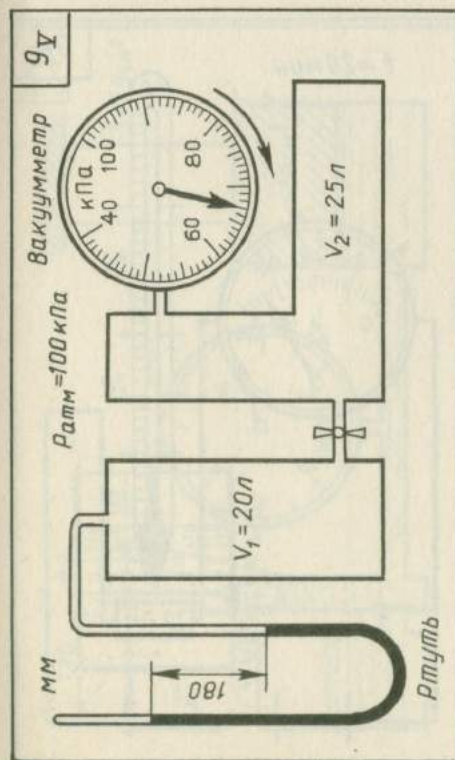
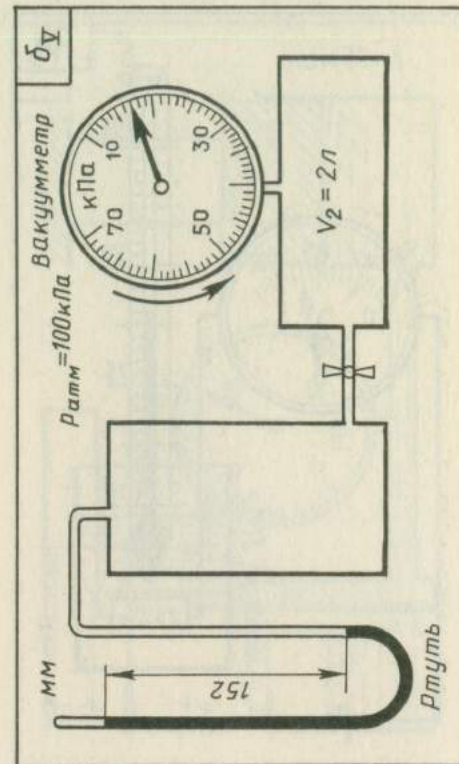
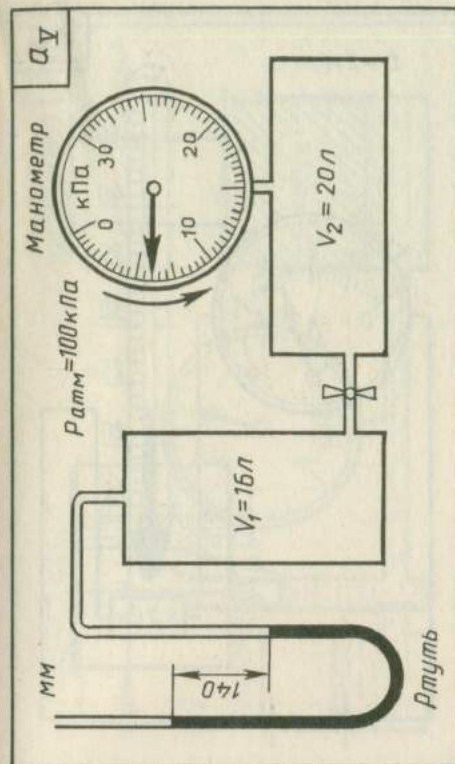
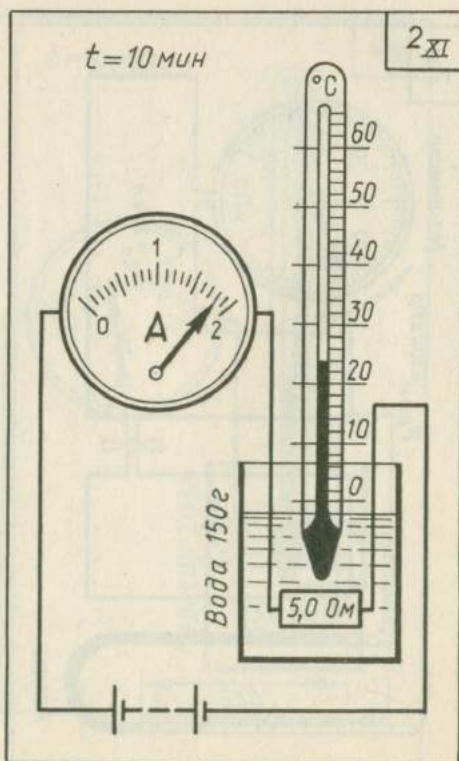
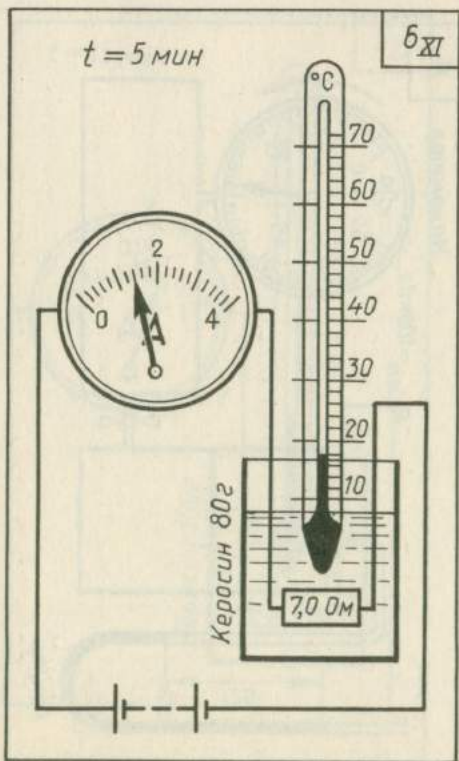
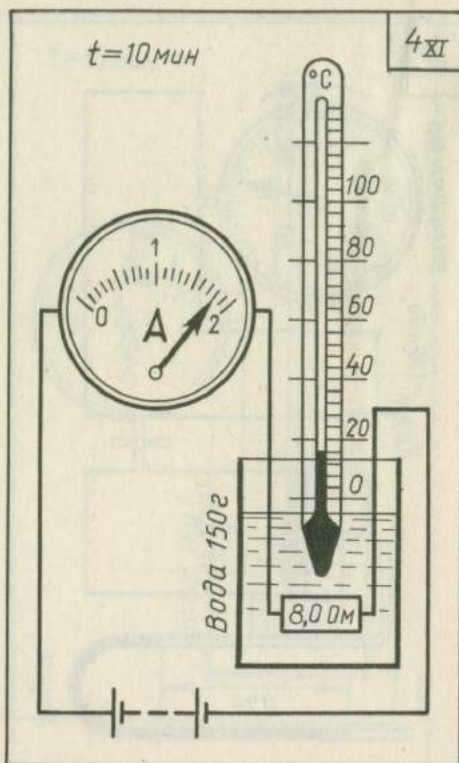
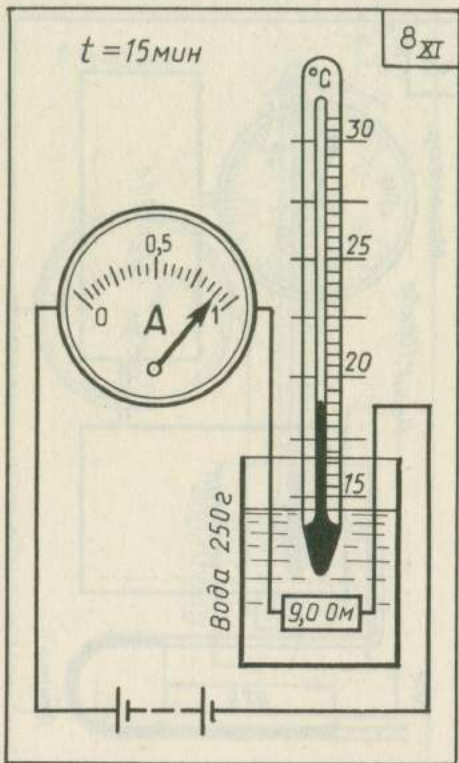


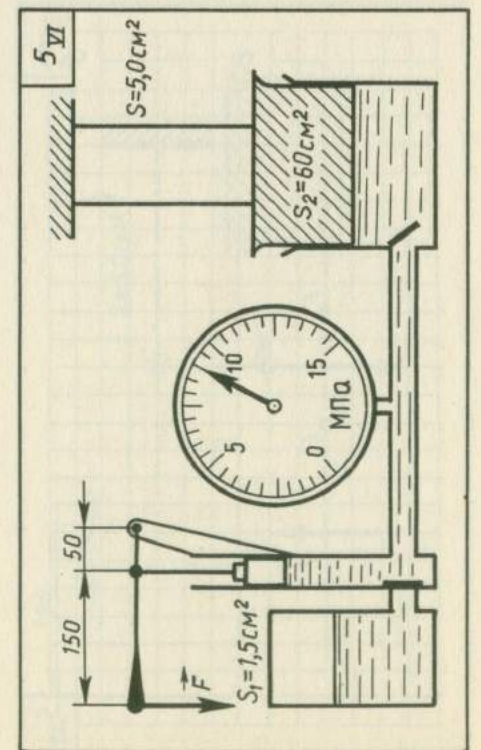
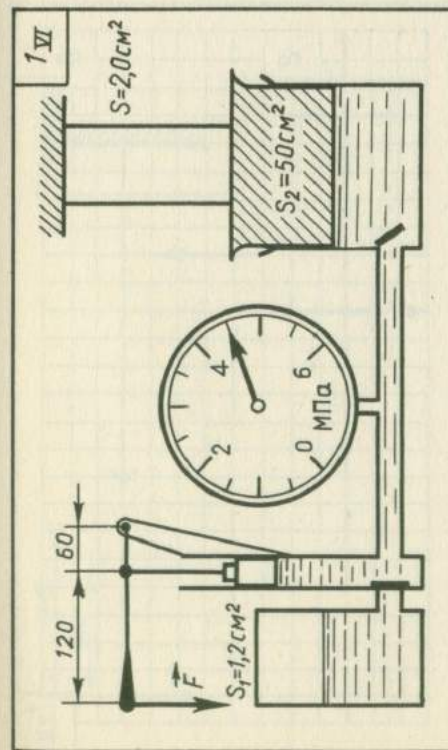
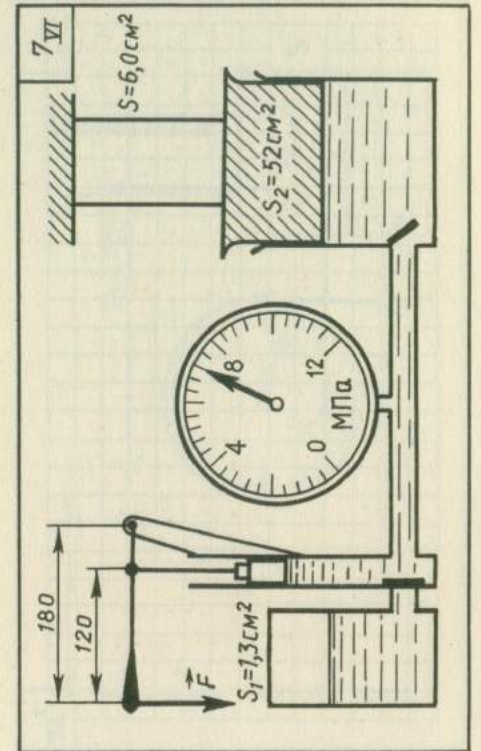
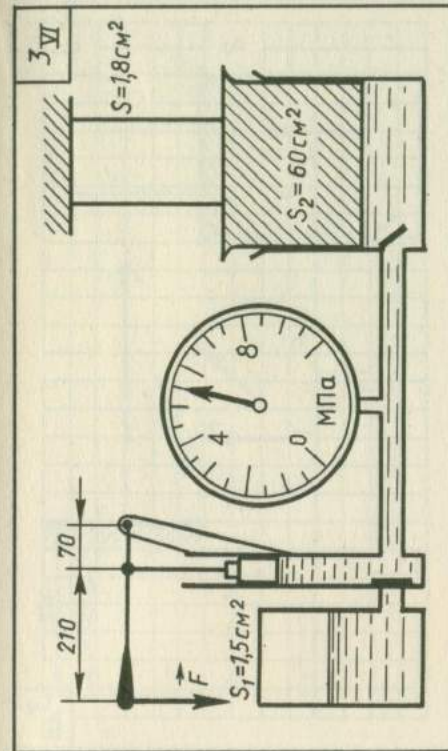
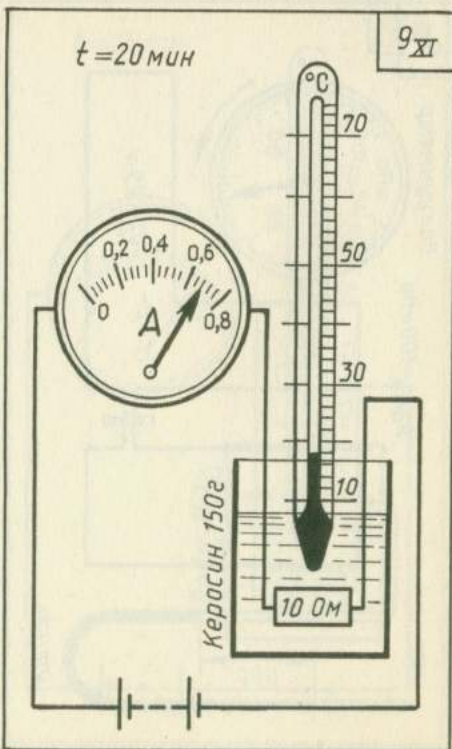
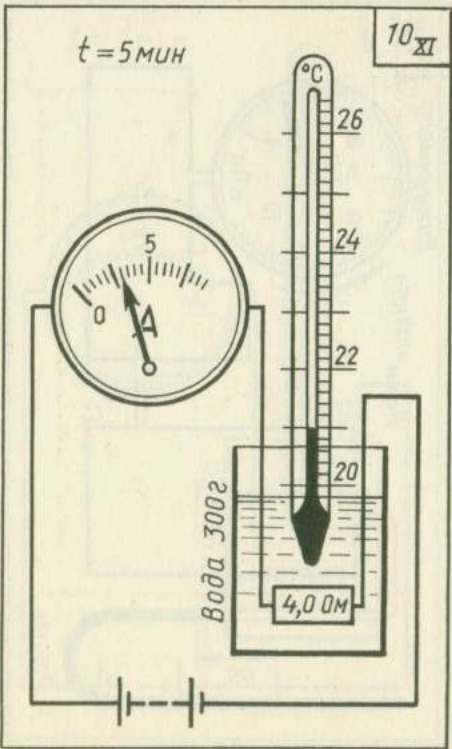
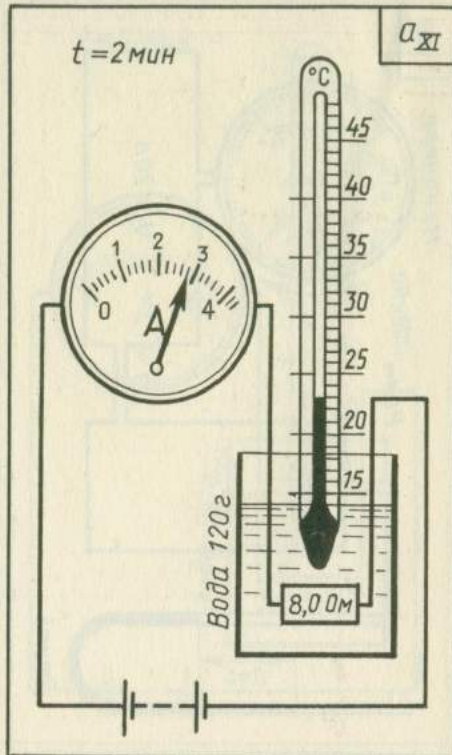
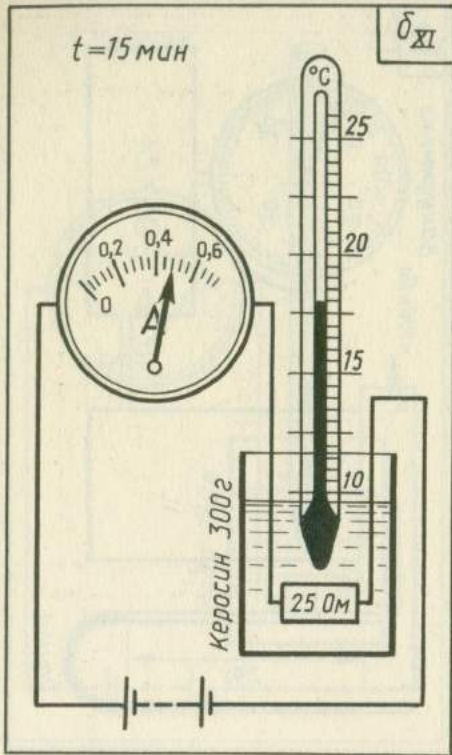


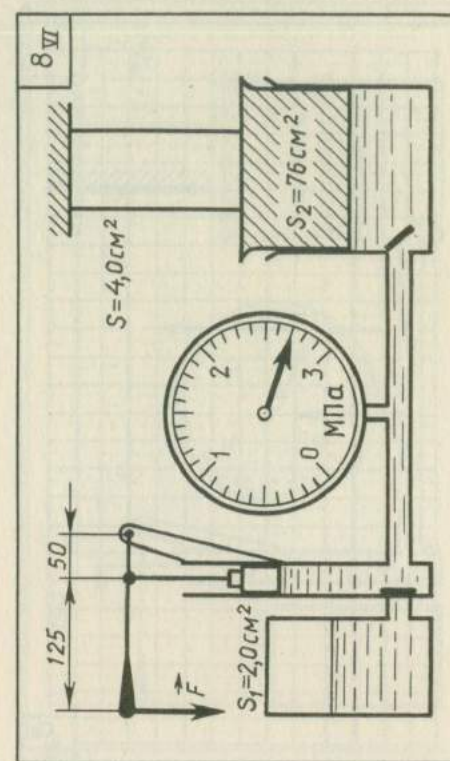
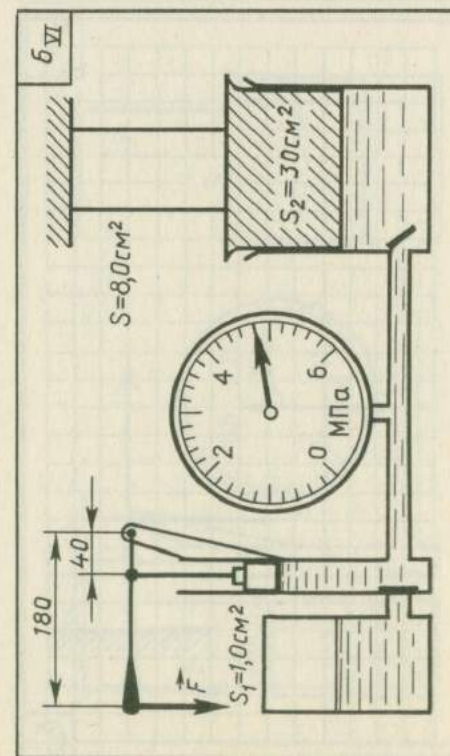
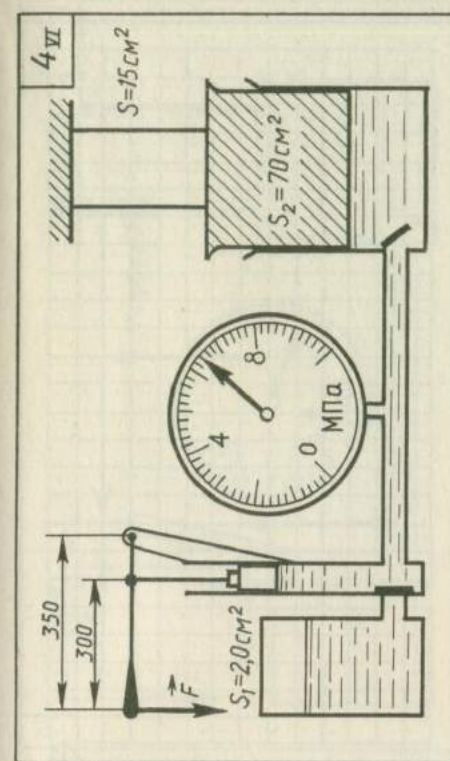
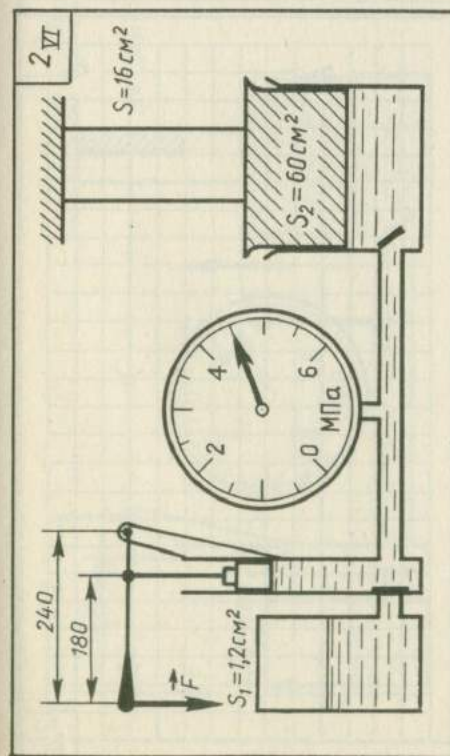
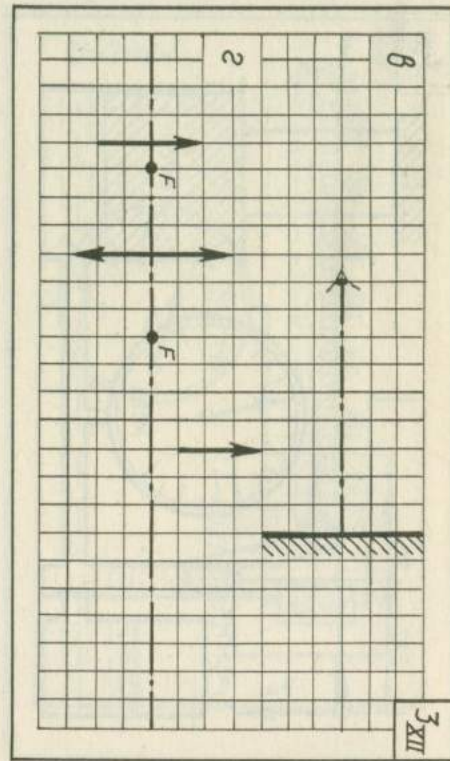
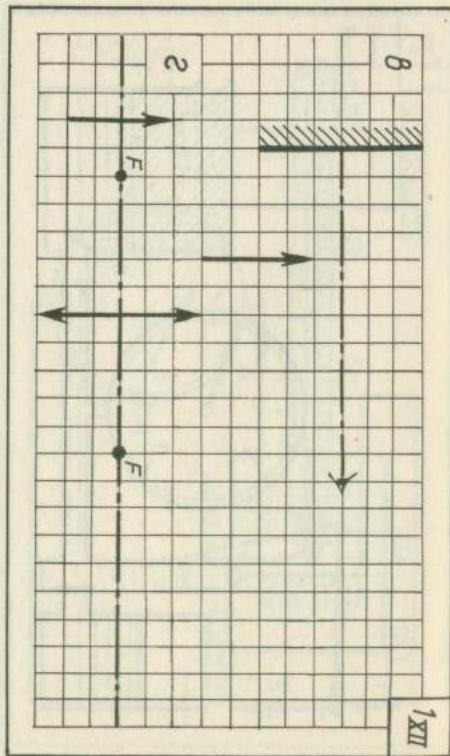
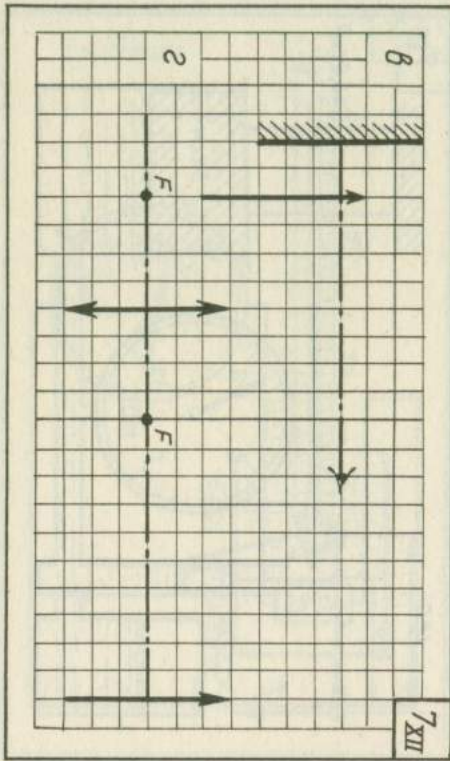
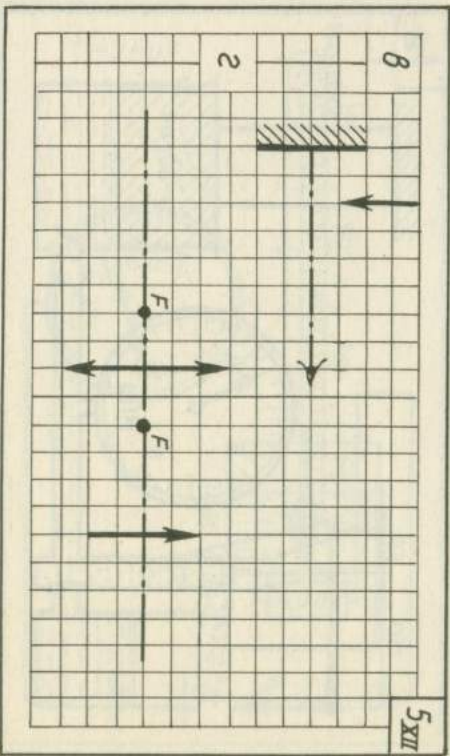


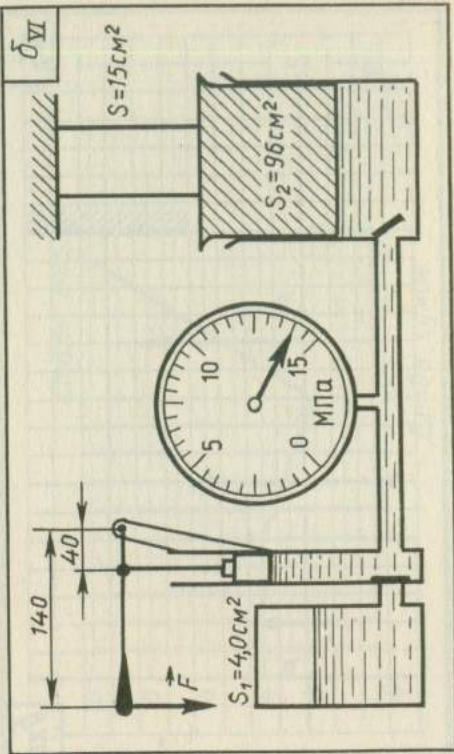
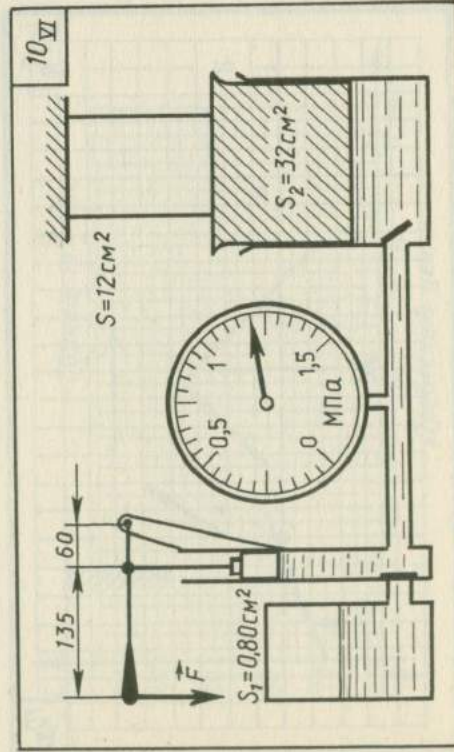
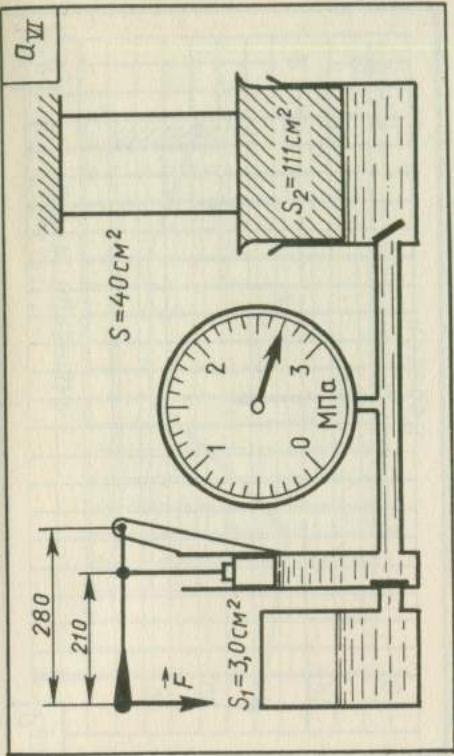
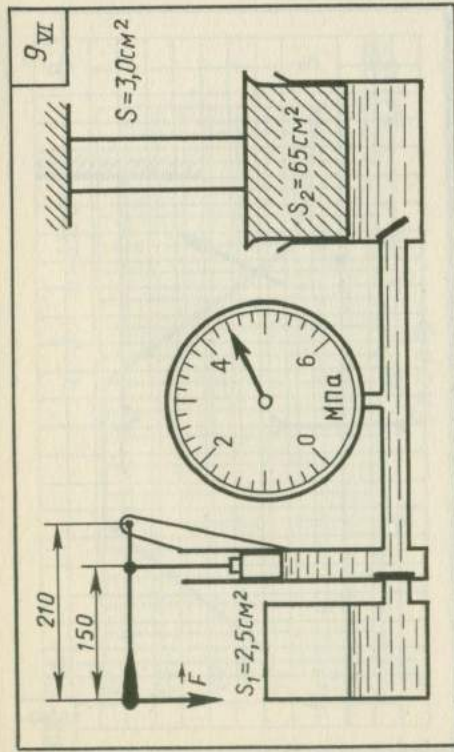
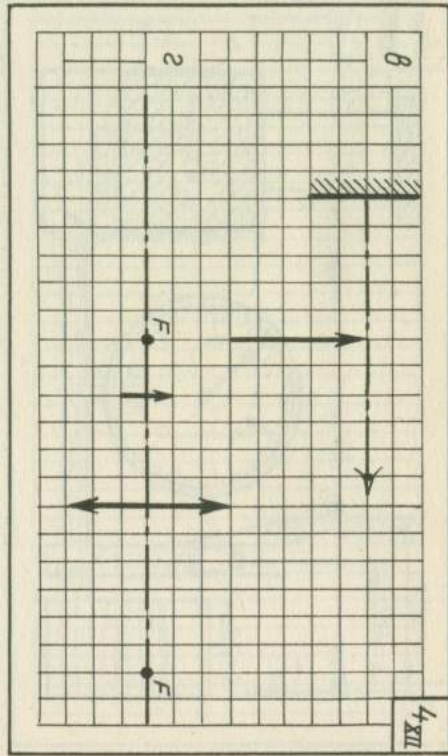
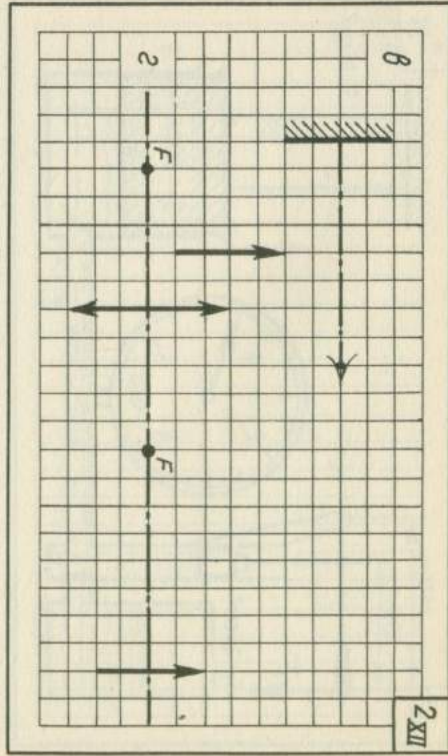
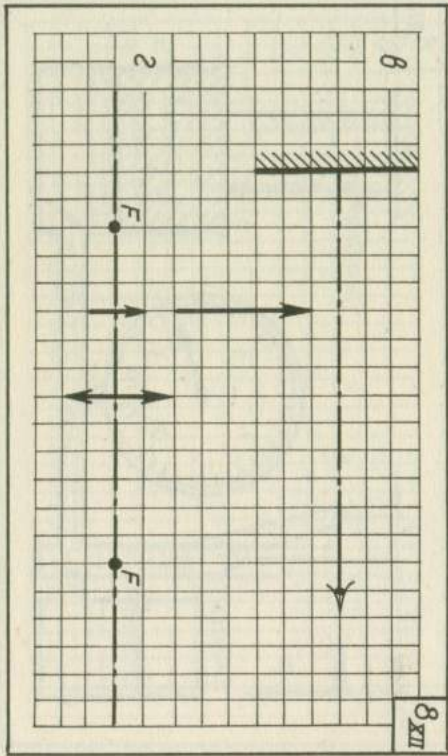
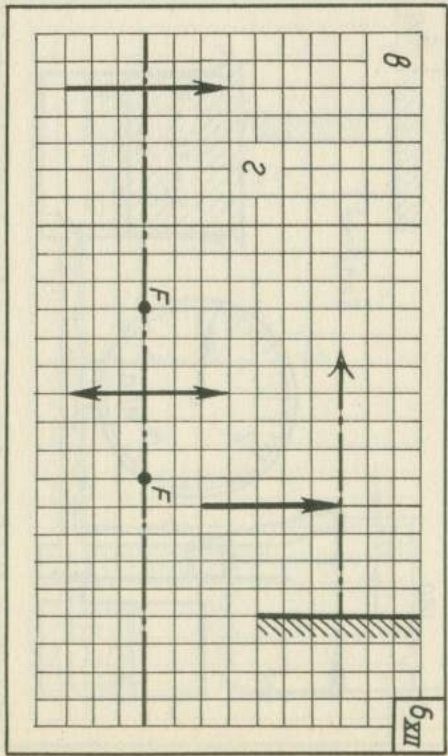


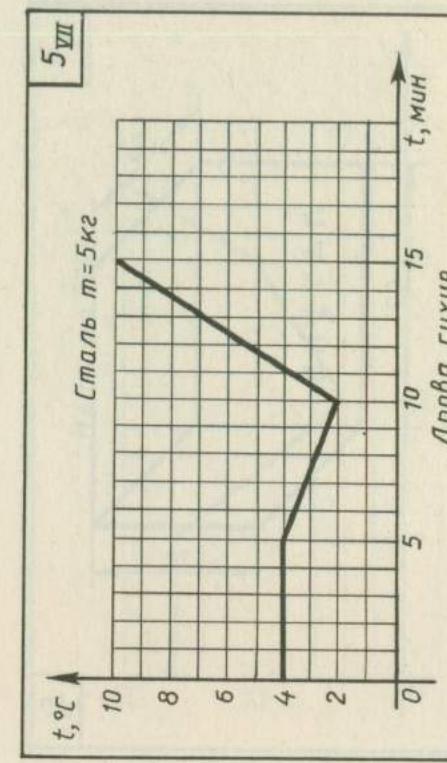
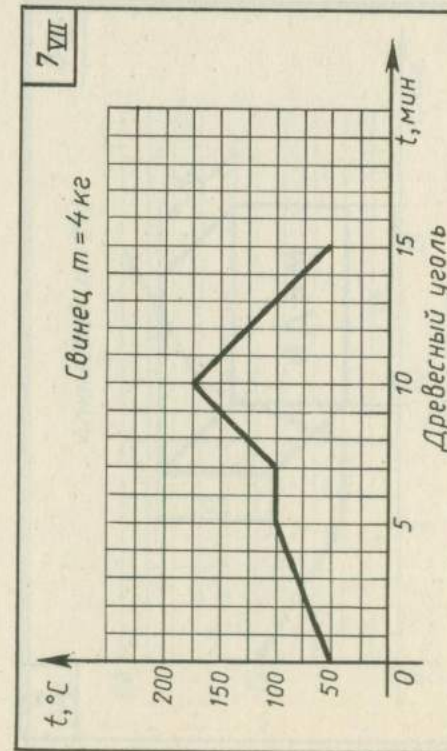
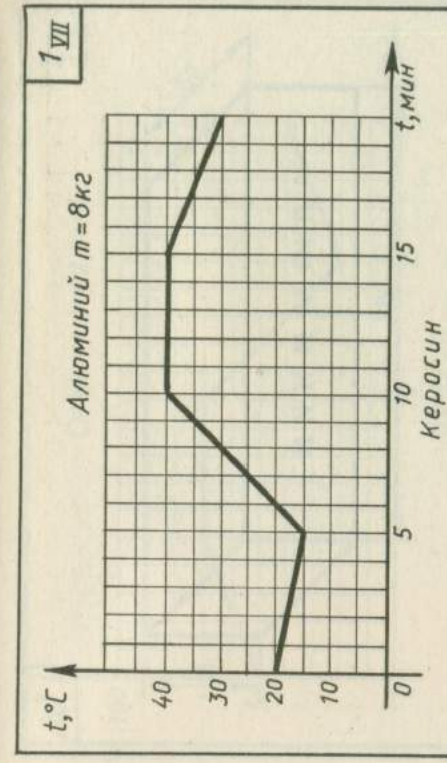
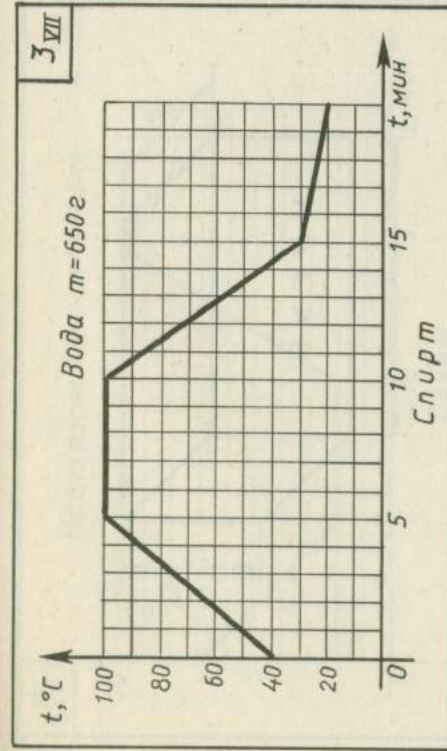
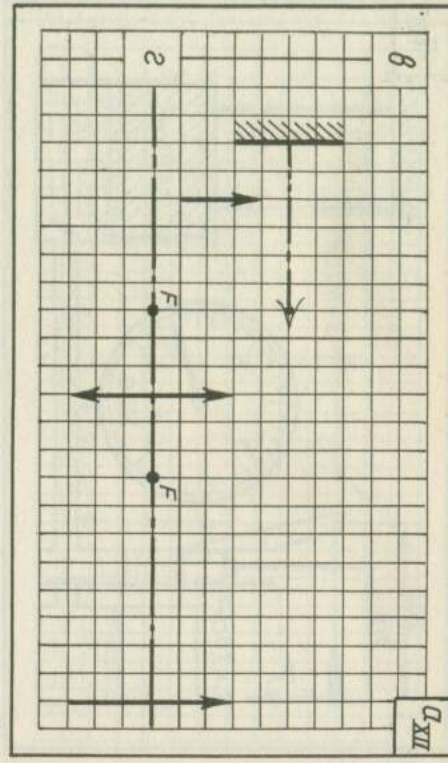
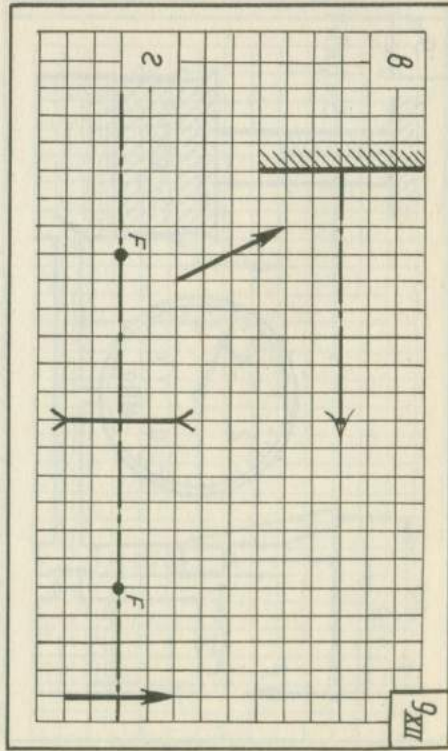
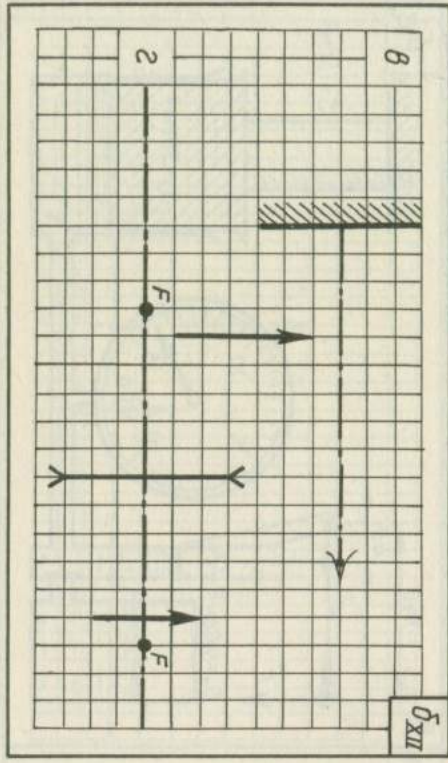
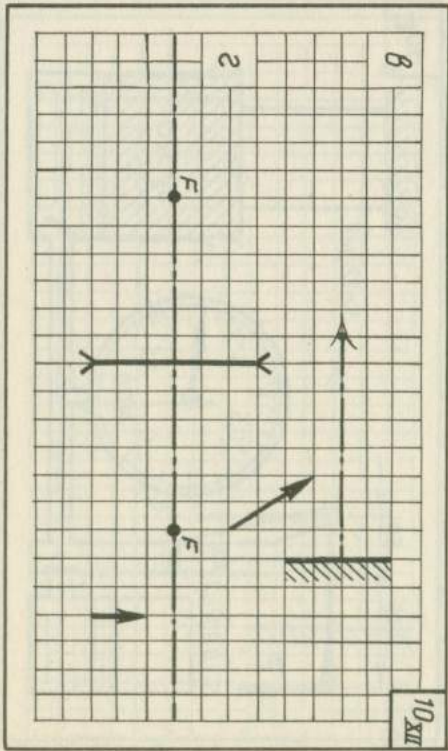


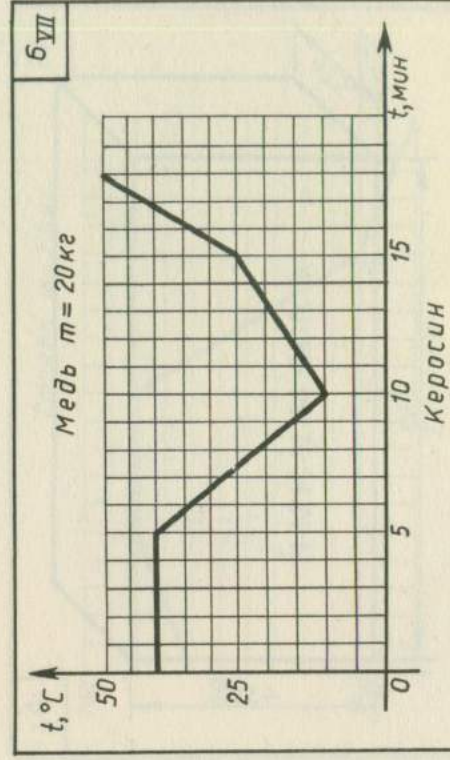
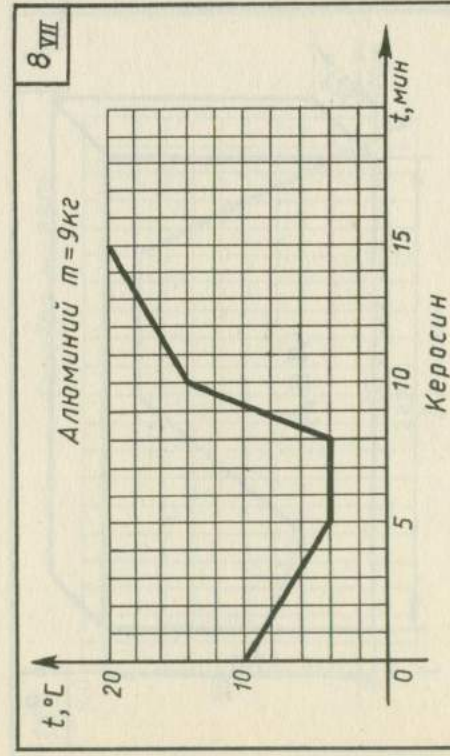
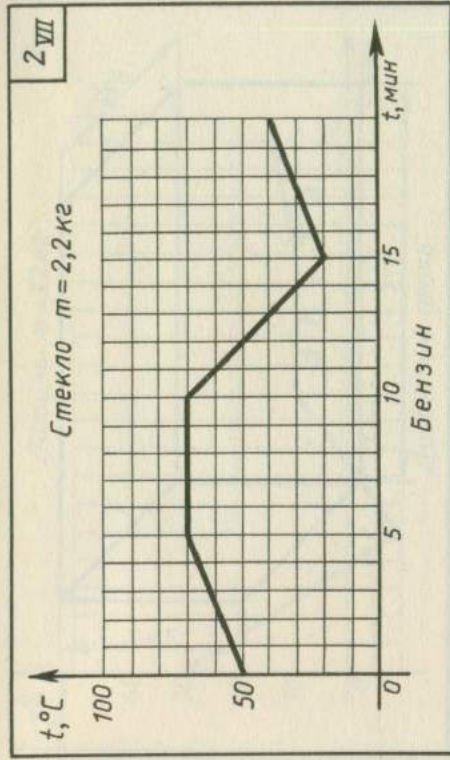
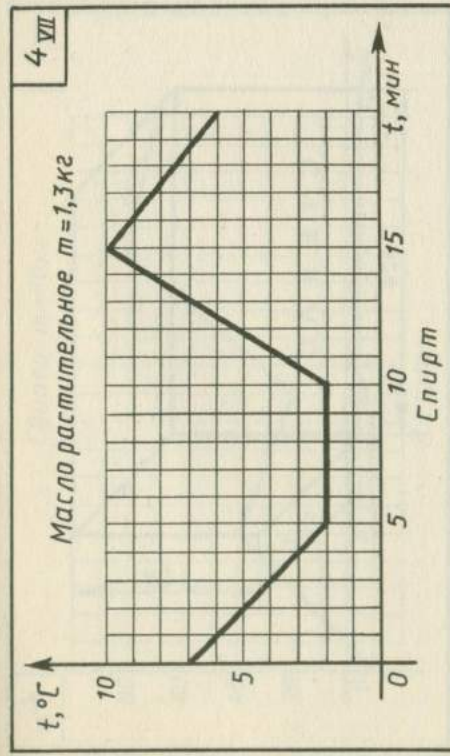
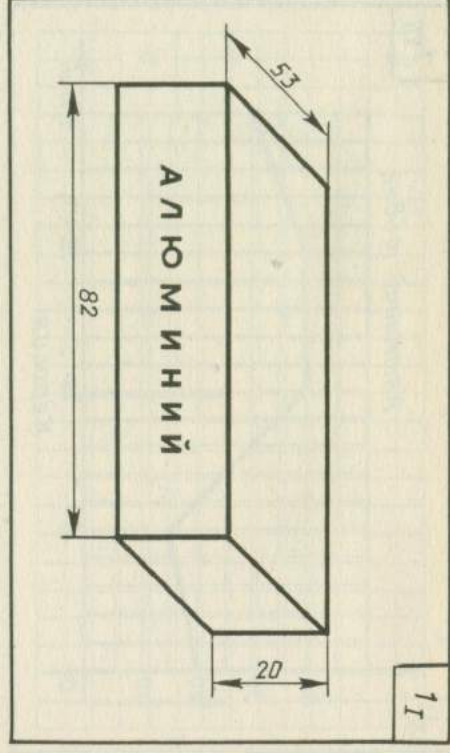
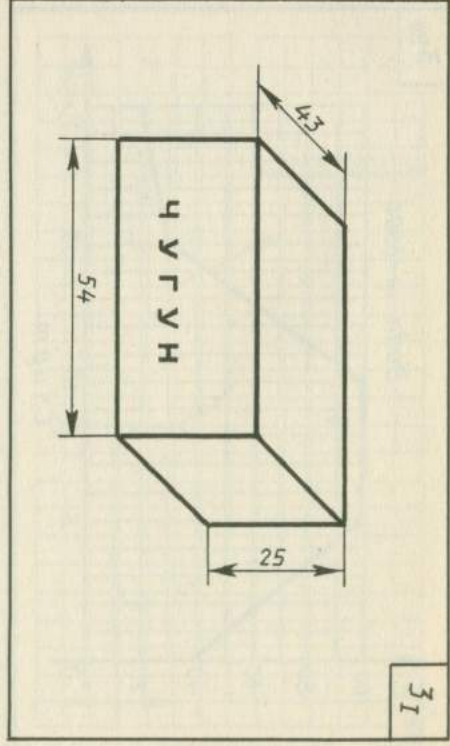
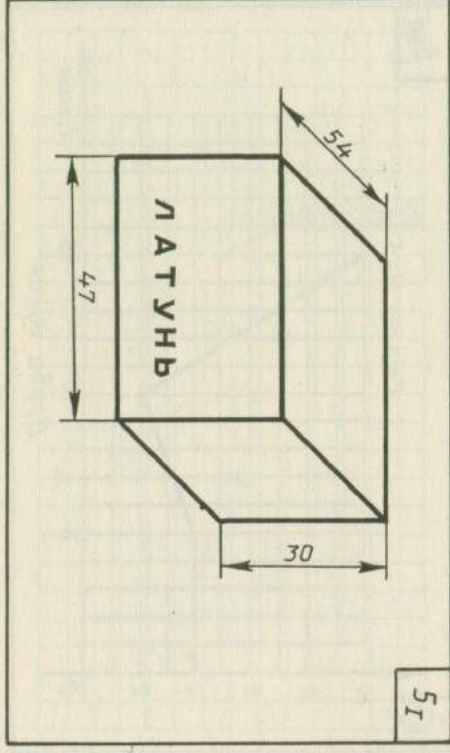
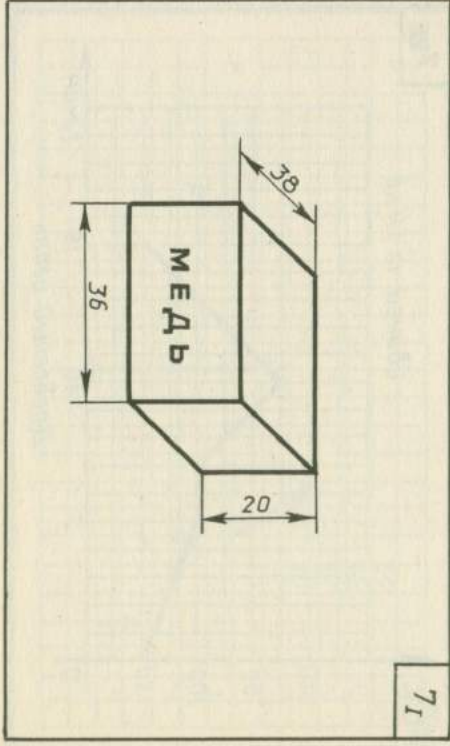


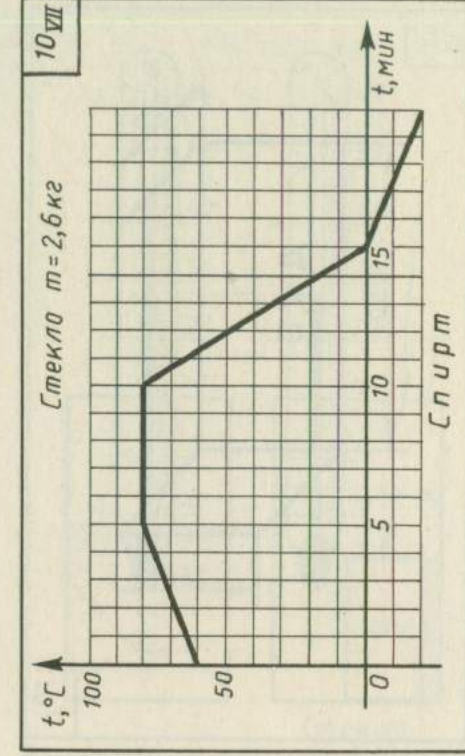
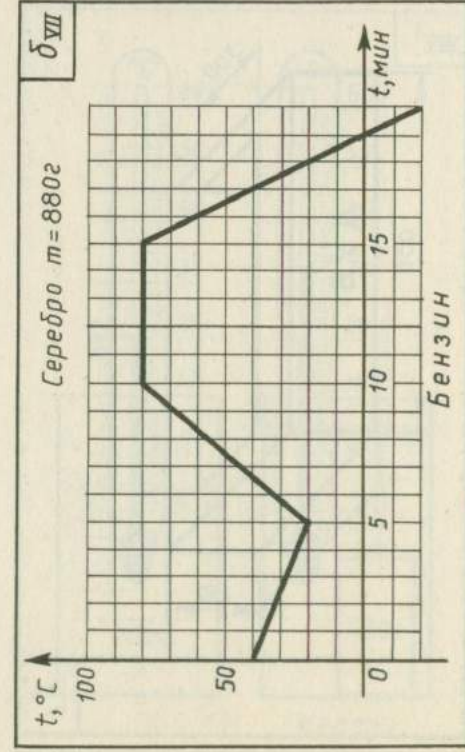
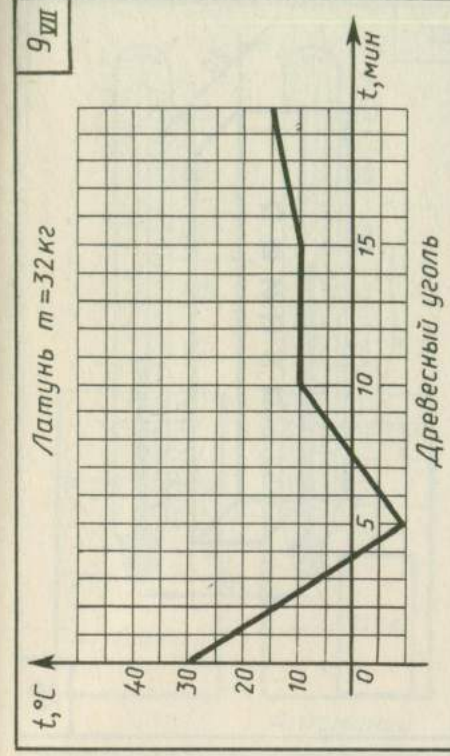
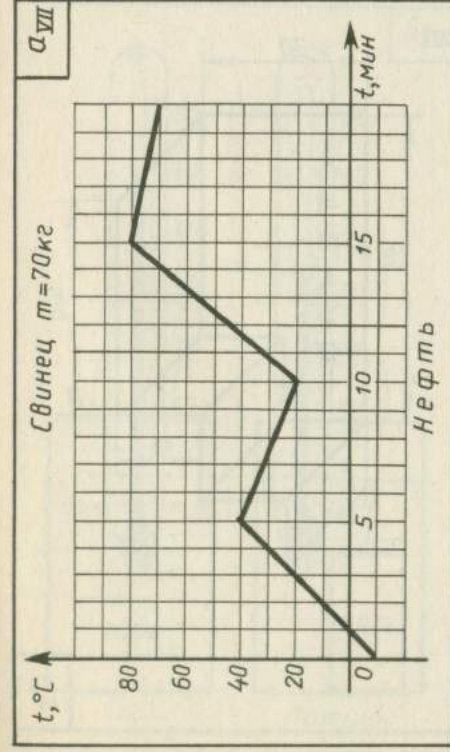
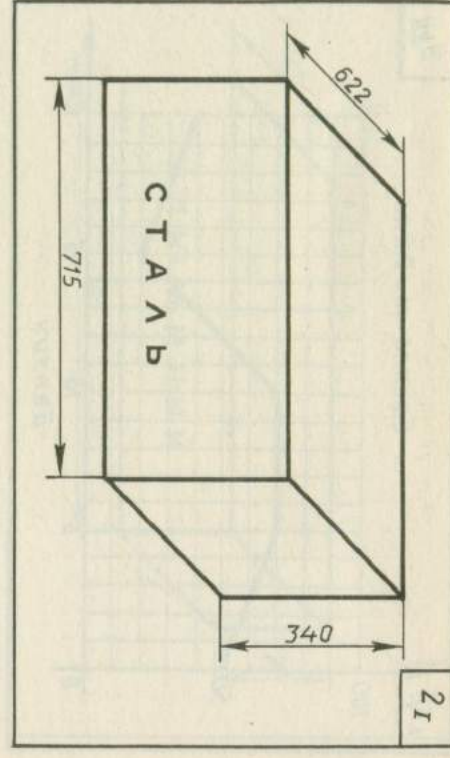
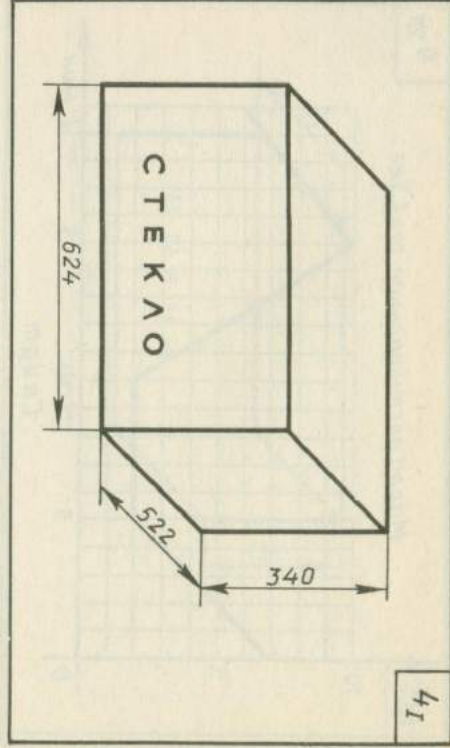
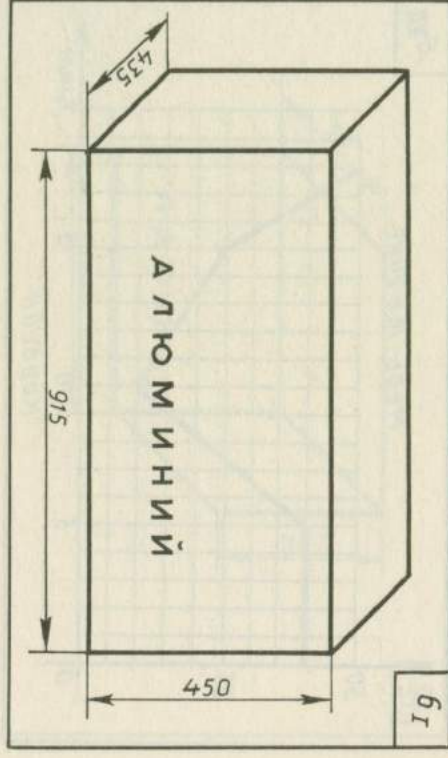
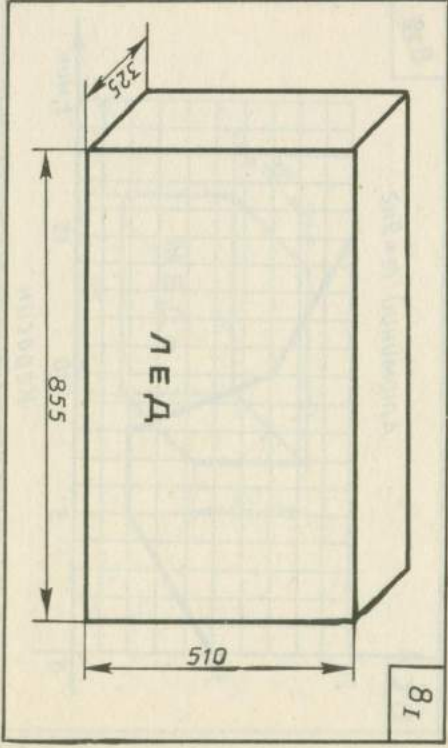


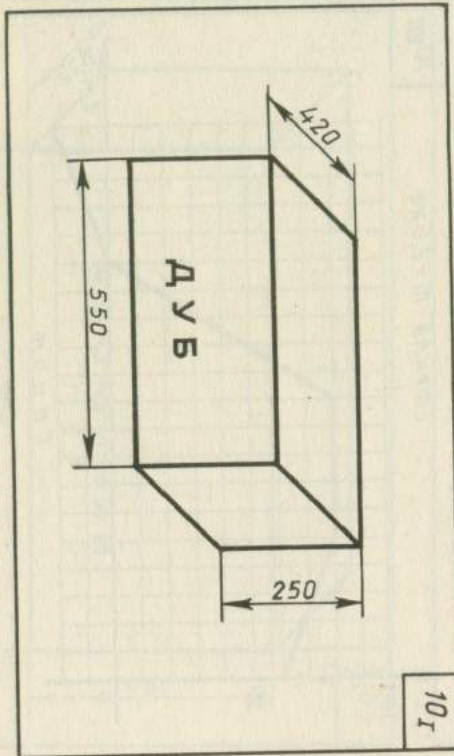




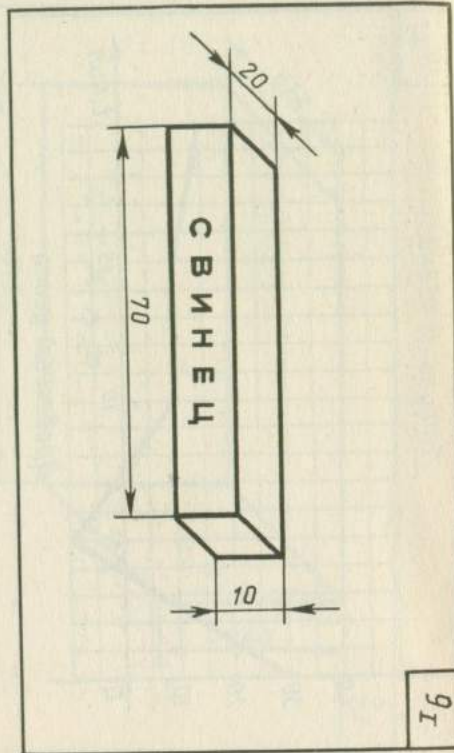




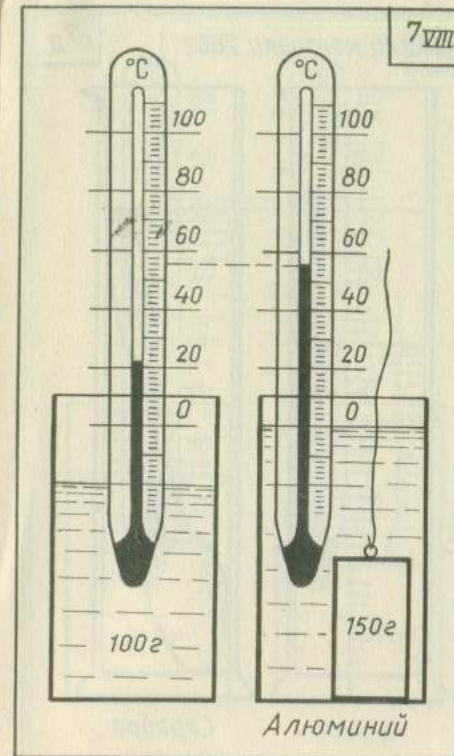




10Г

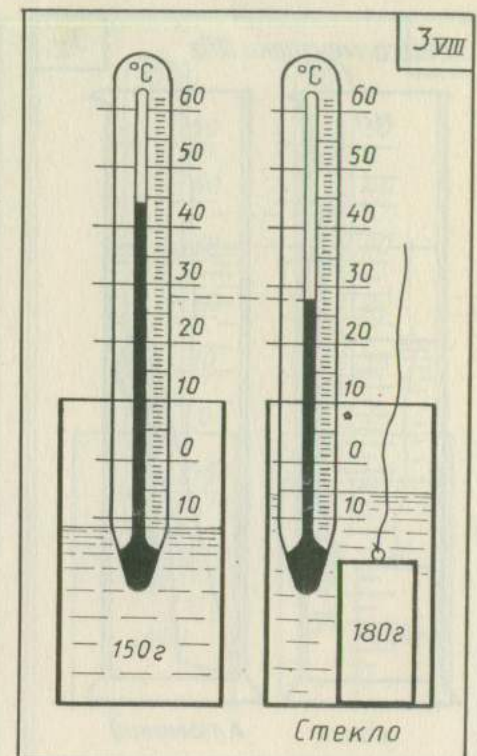


9Г



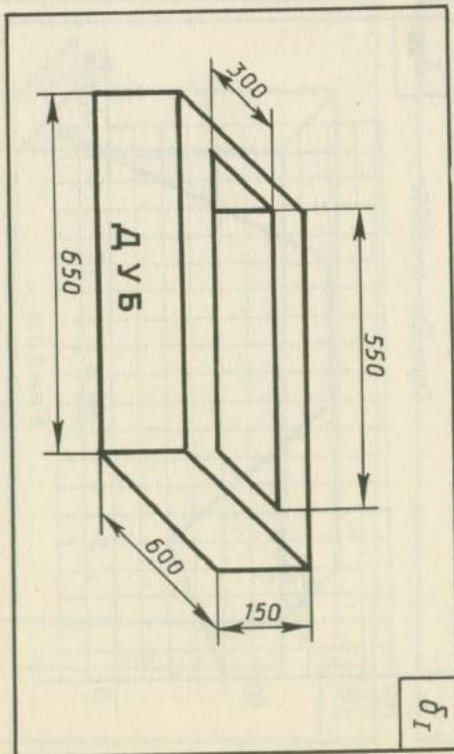
7 VIII

Алюминий

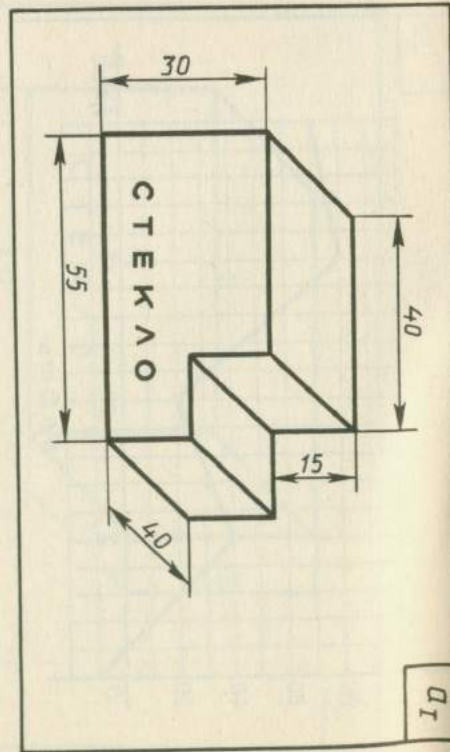


3 VIII

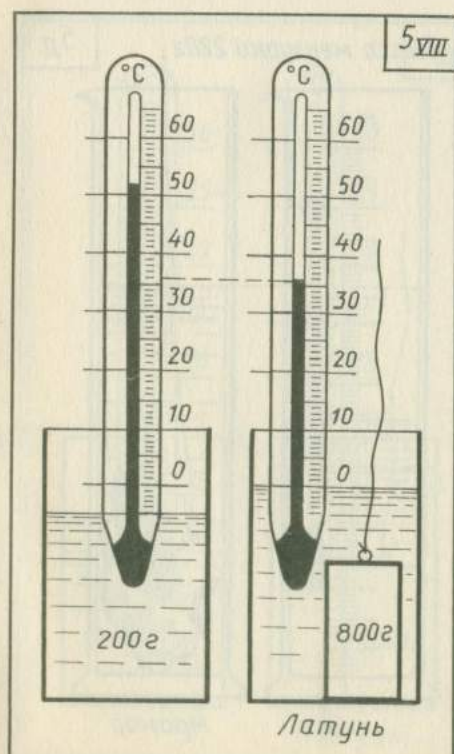
Стекло



5Г

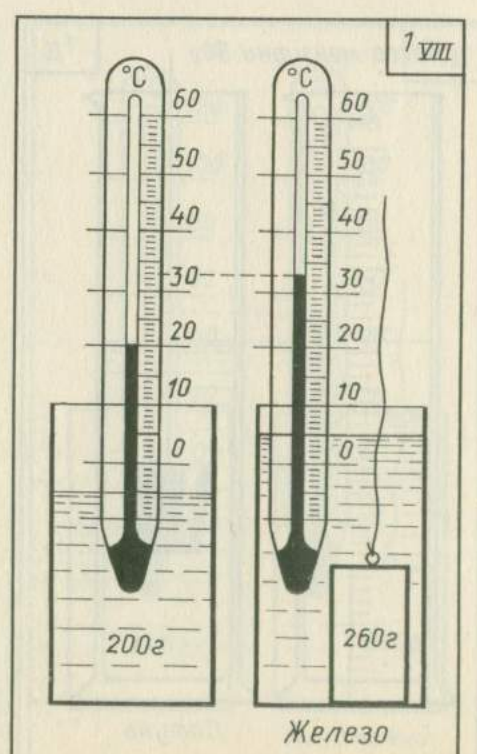


1Д



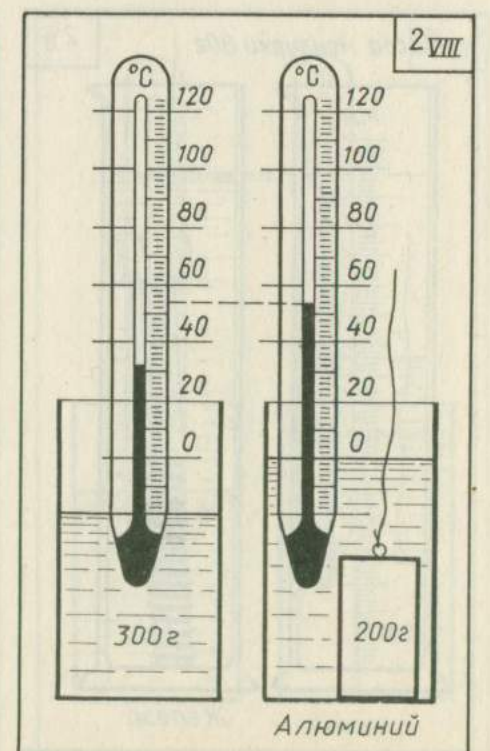
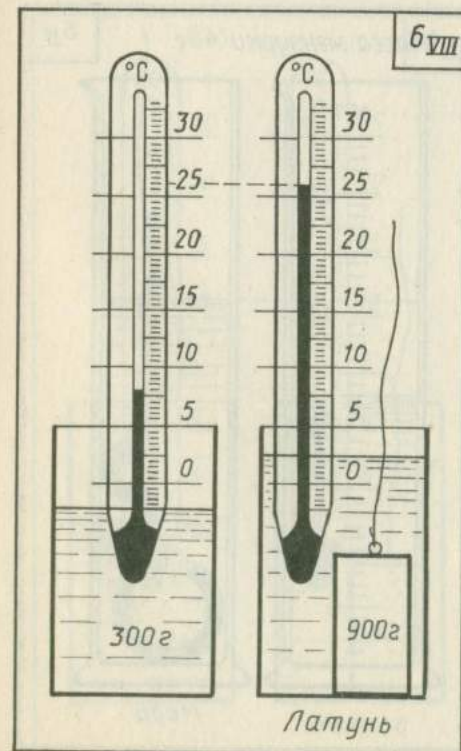
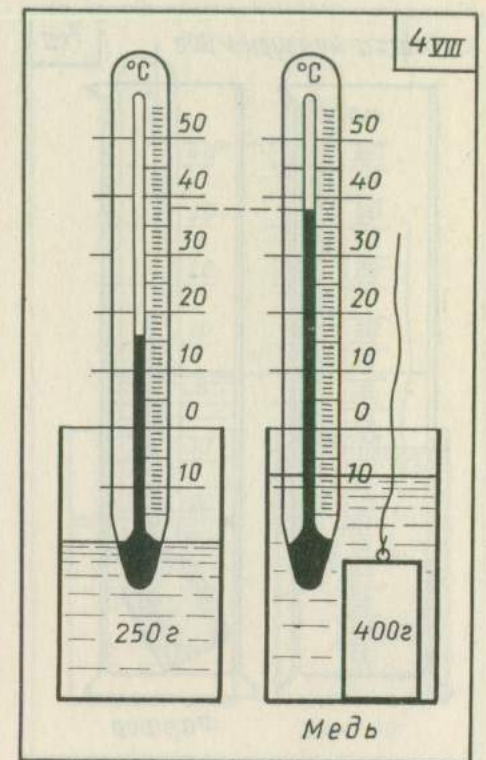
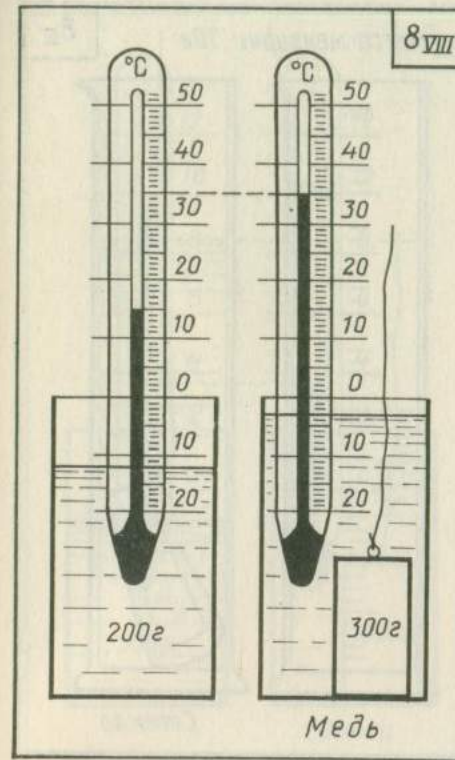
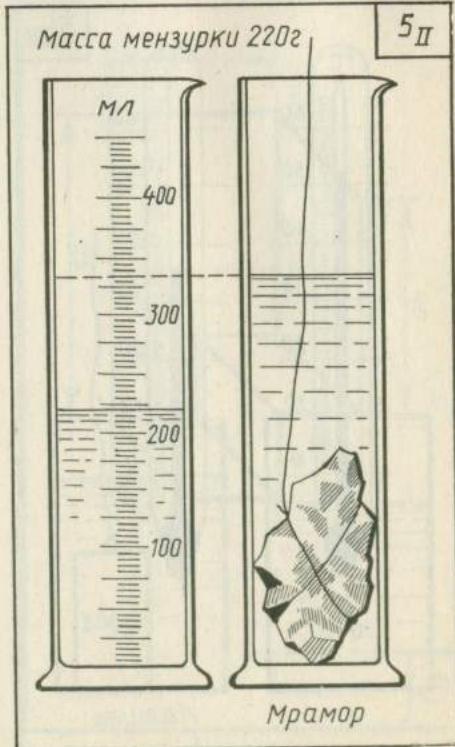
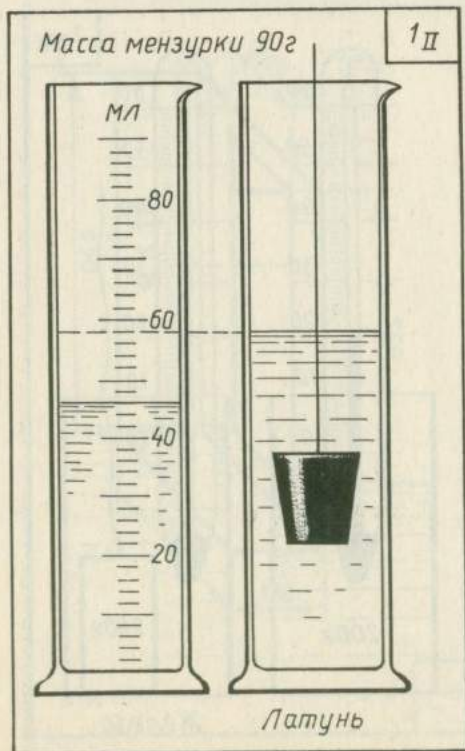
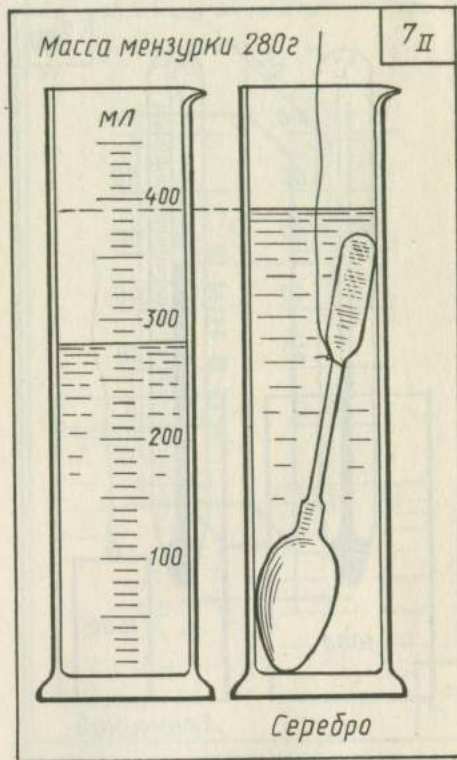
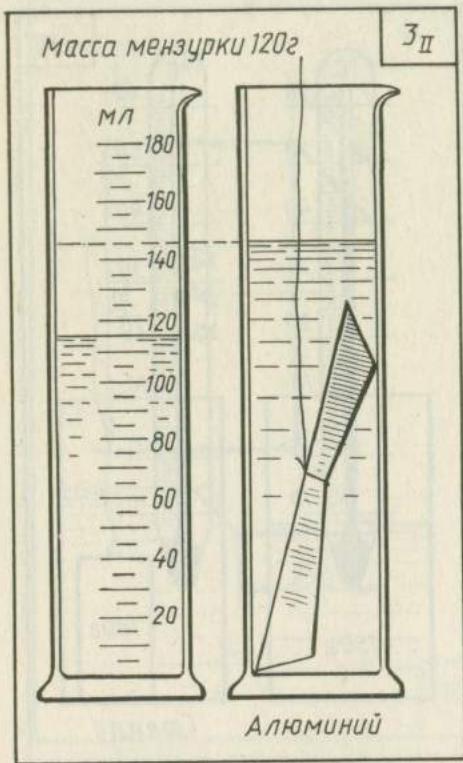
5 VIII

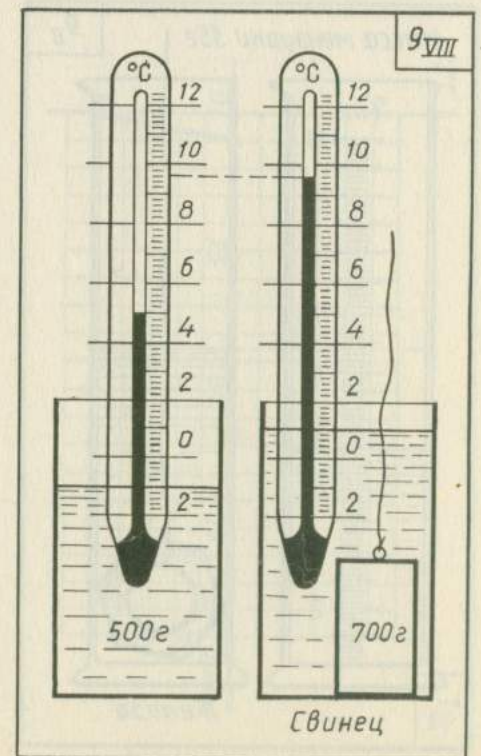
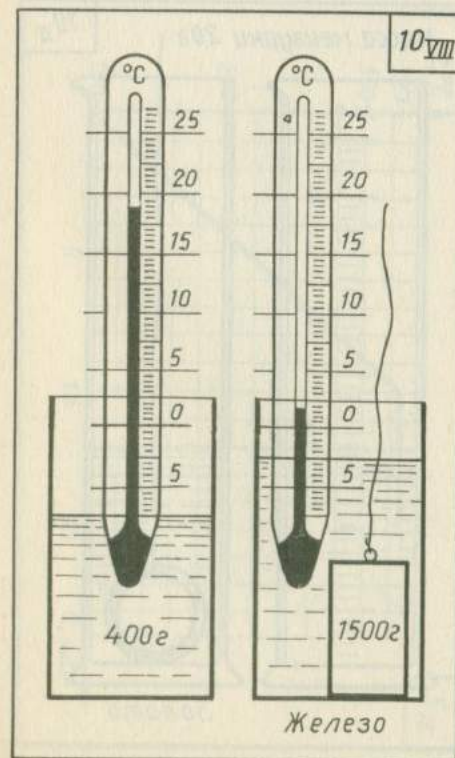
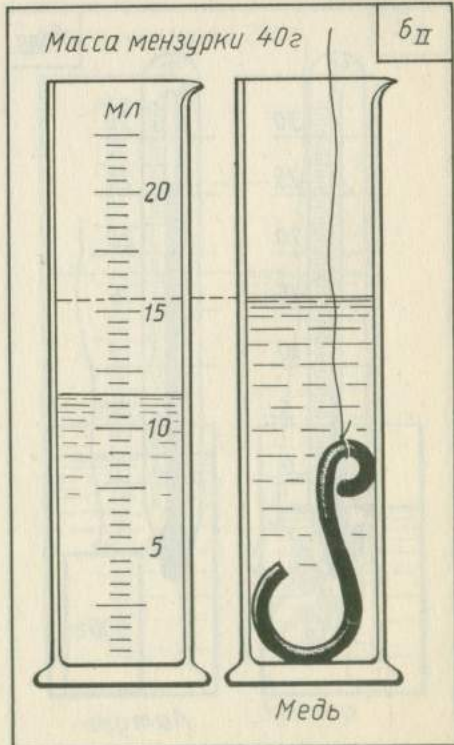
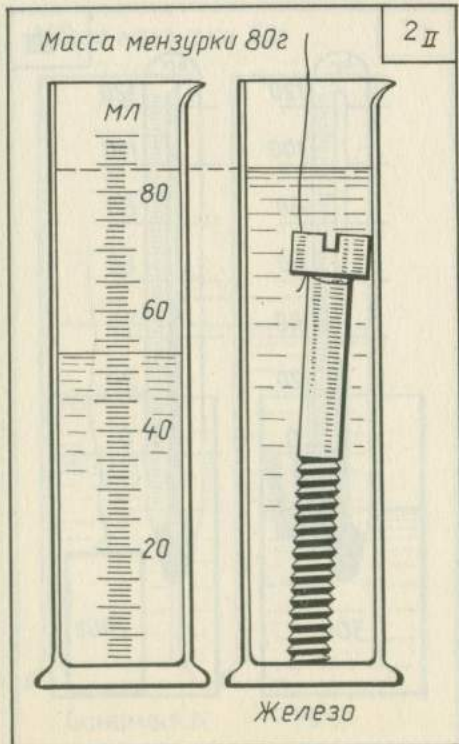
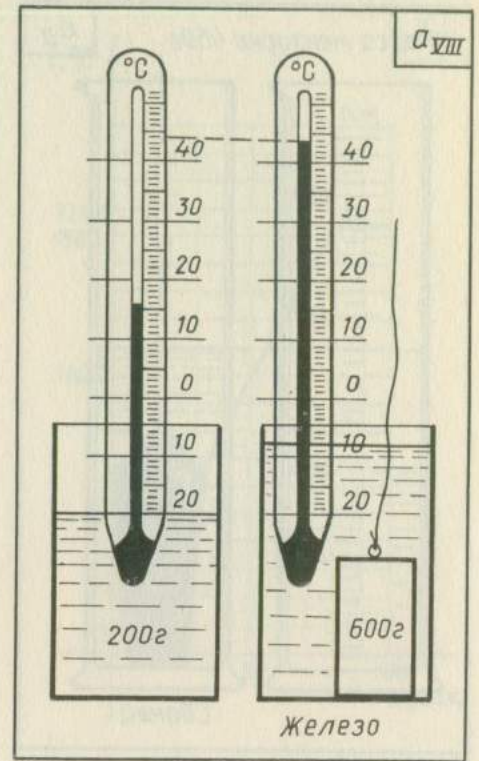
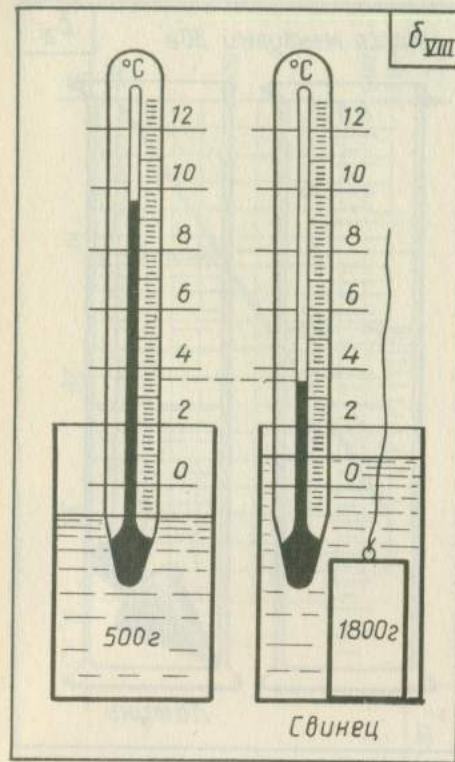
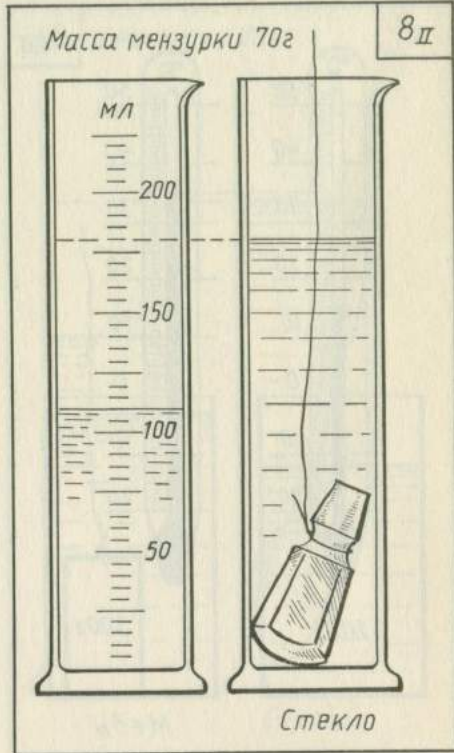
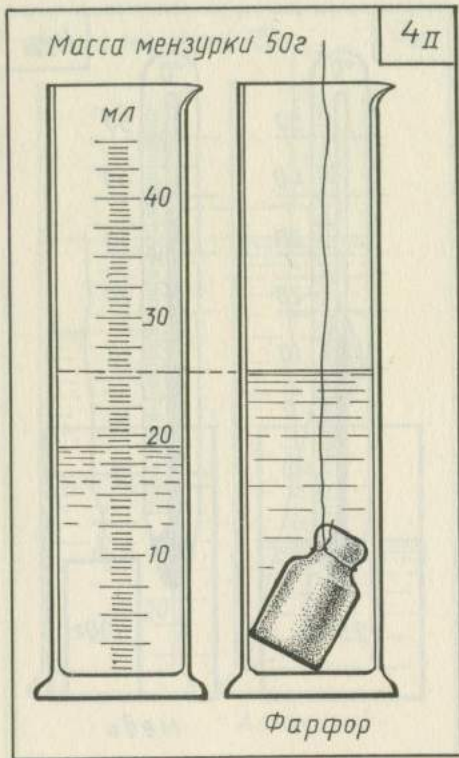
Латунь

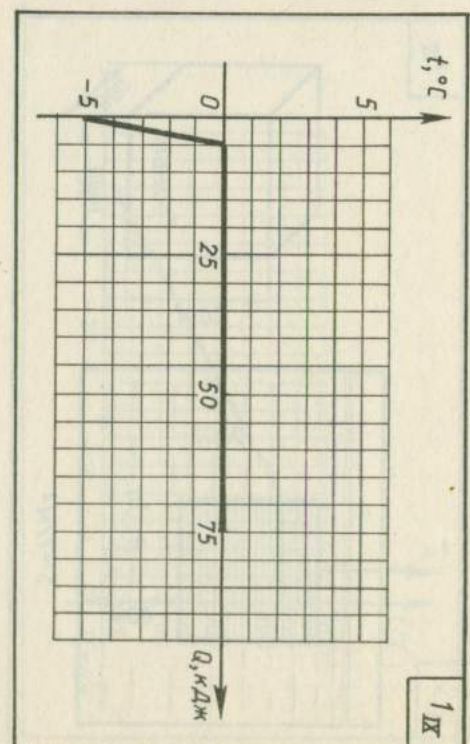
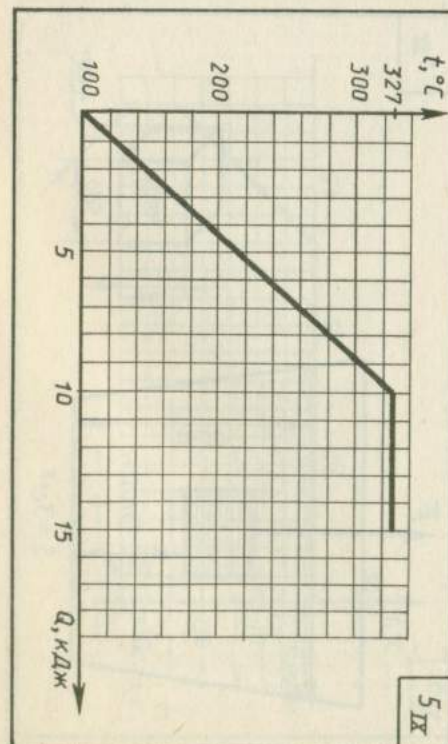
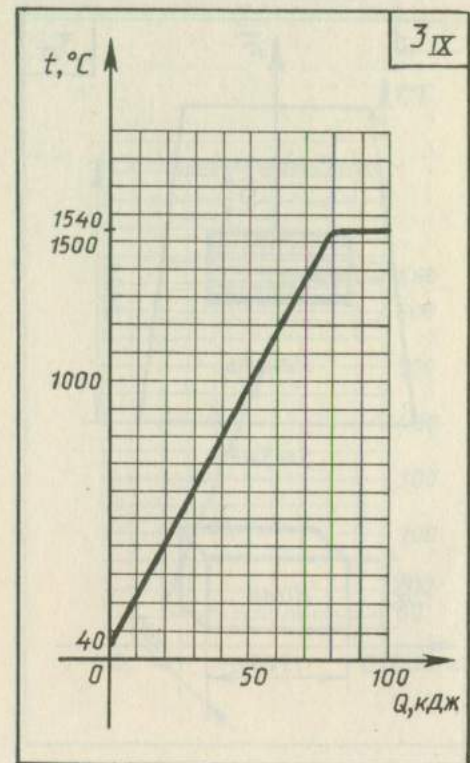
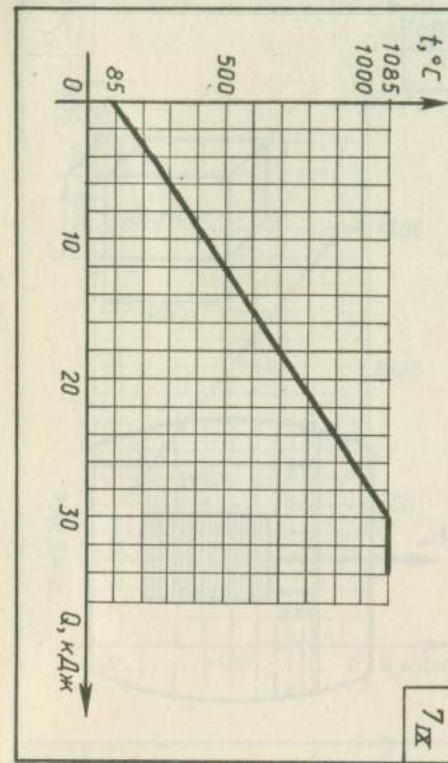
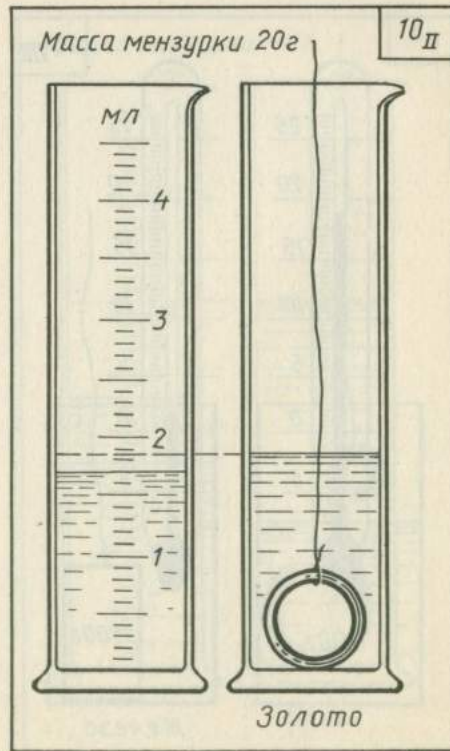
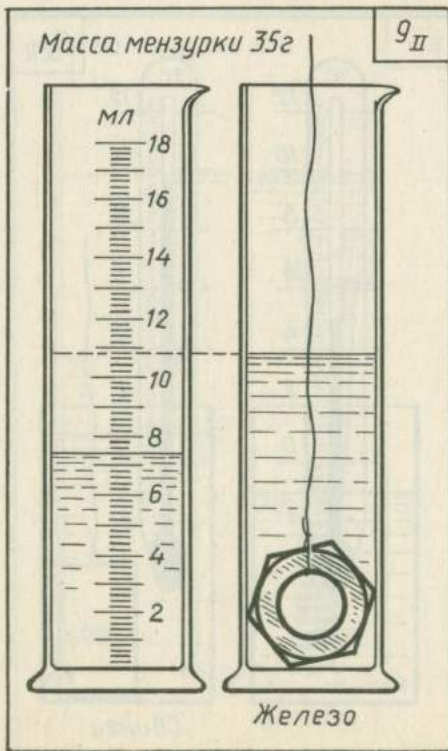
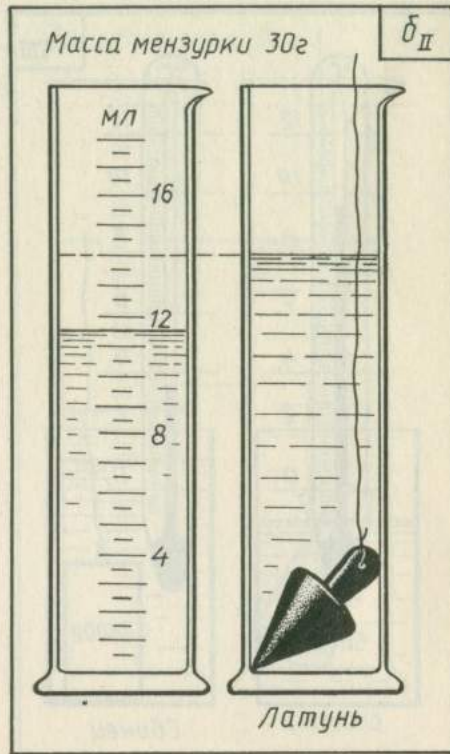
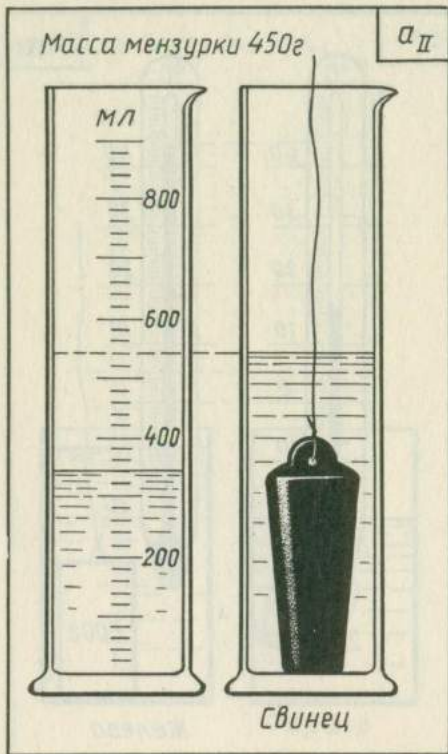


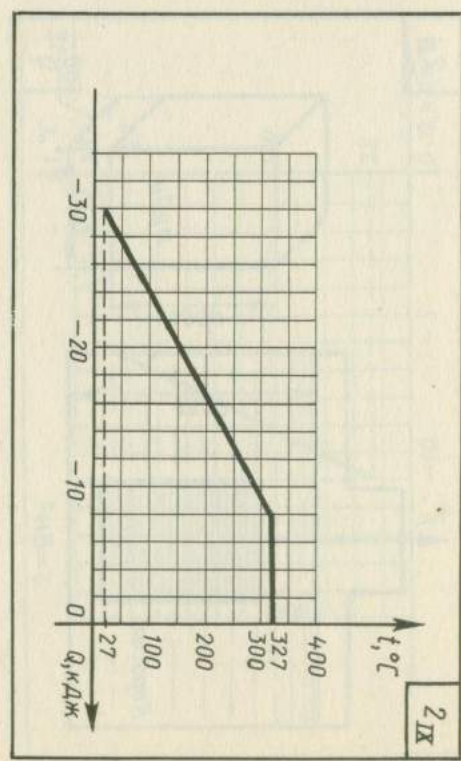
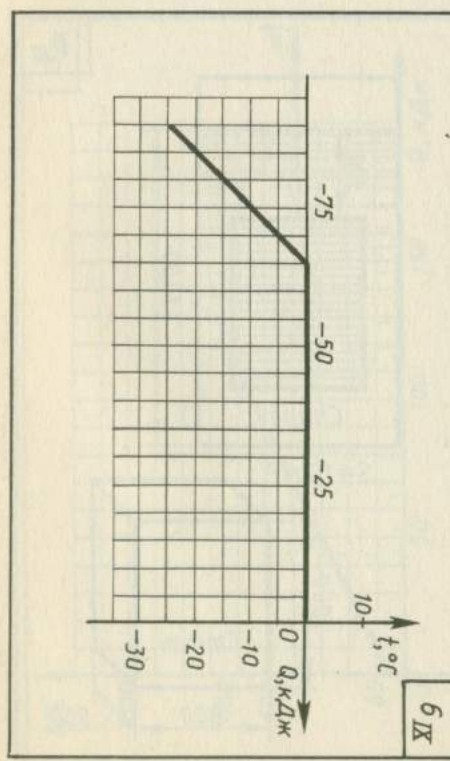
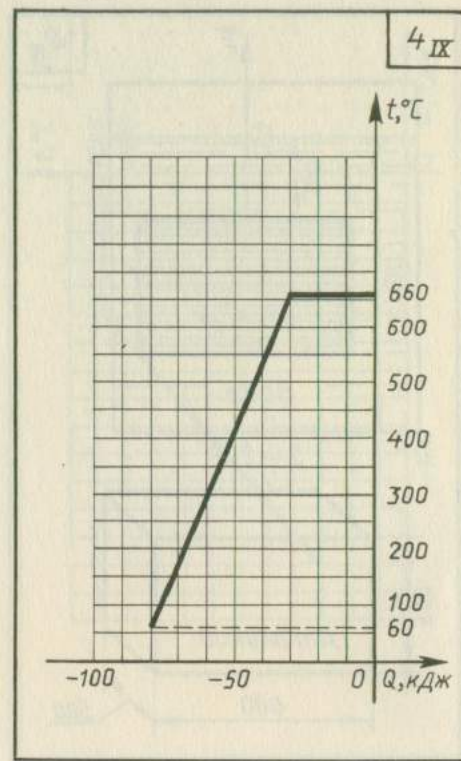
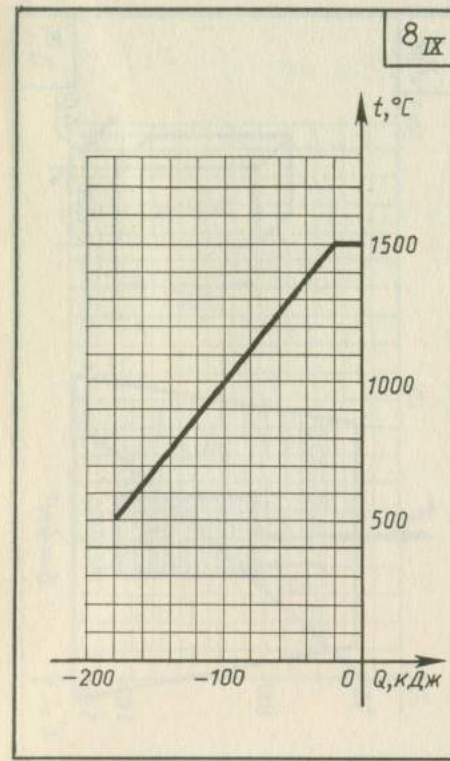
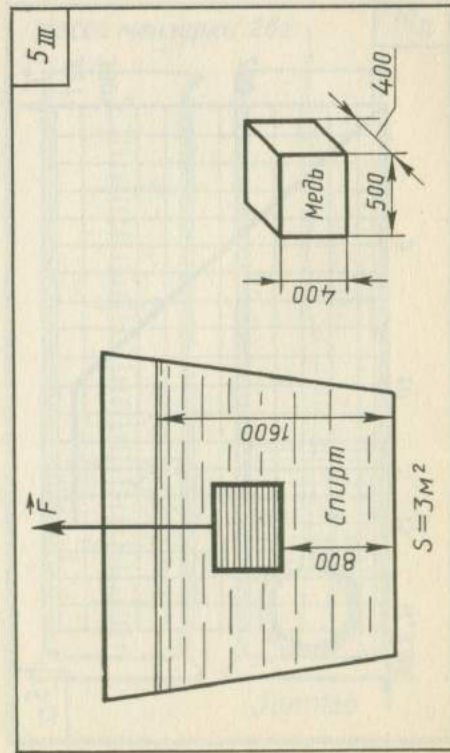
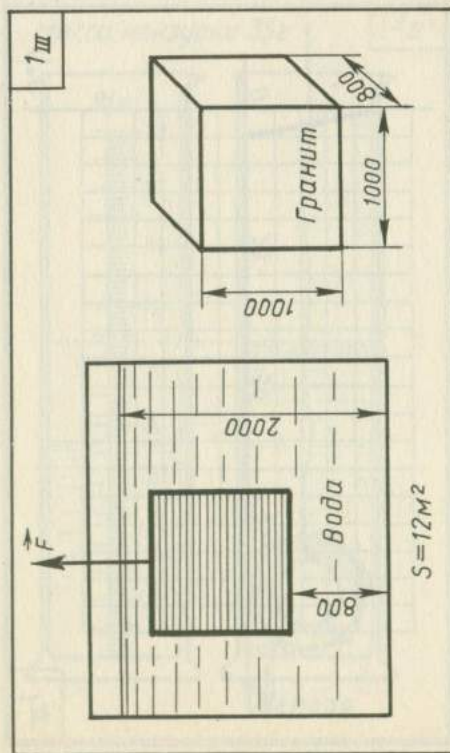
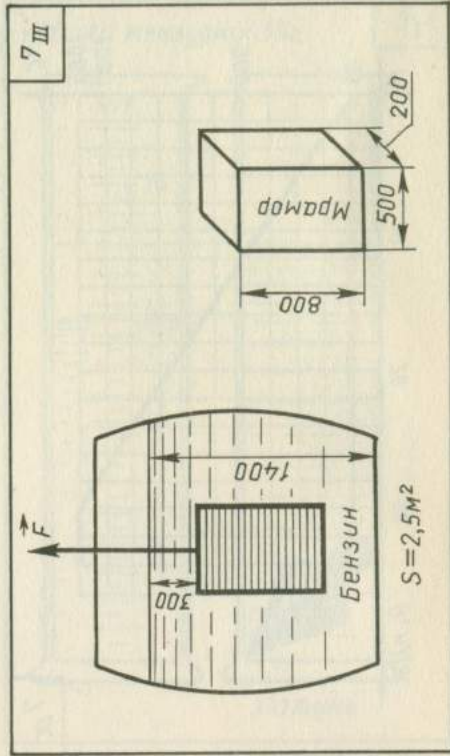
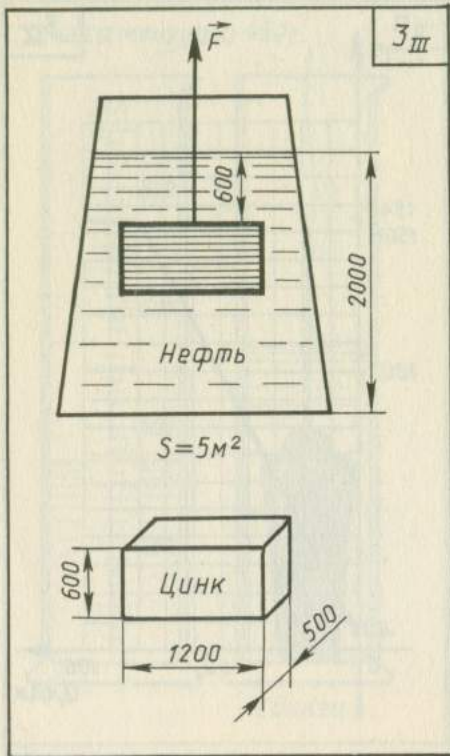
1 VIII

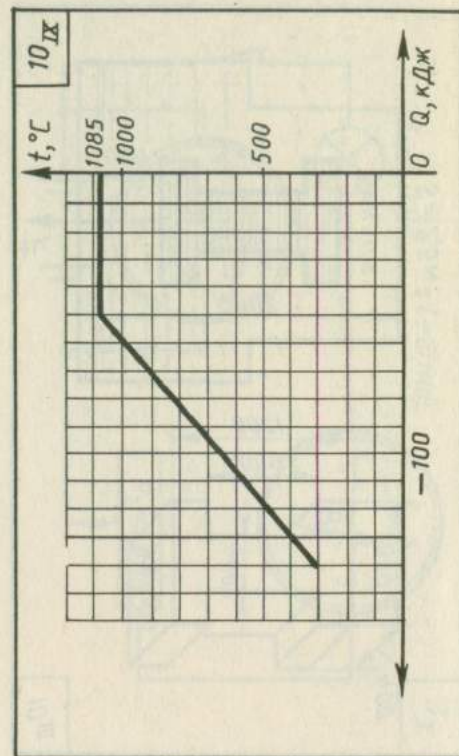
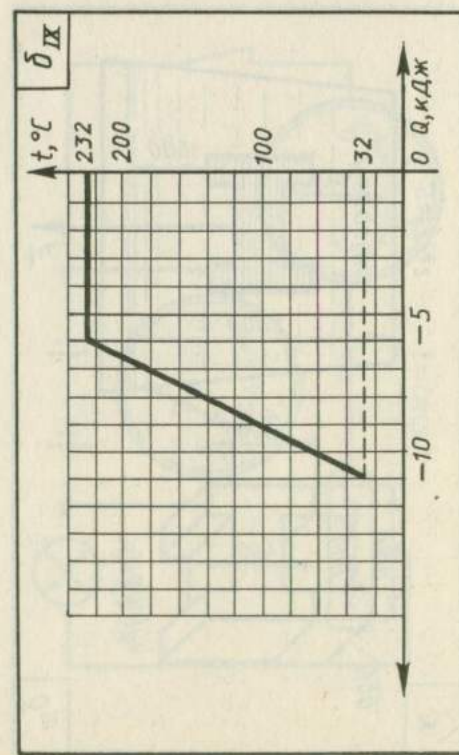
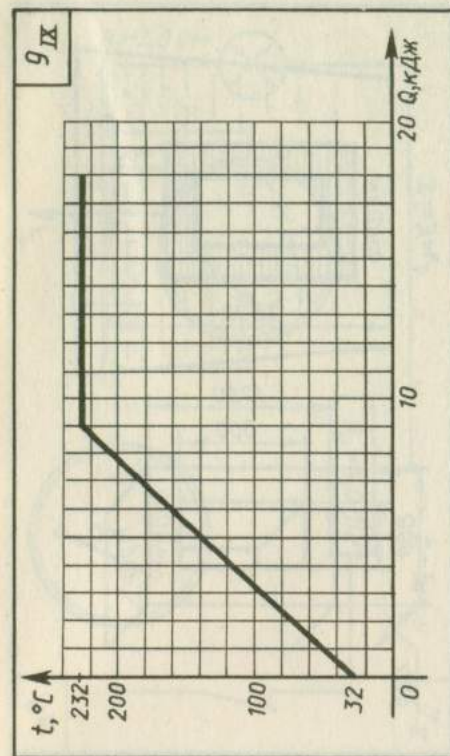
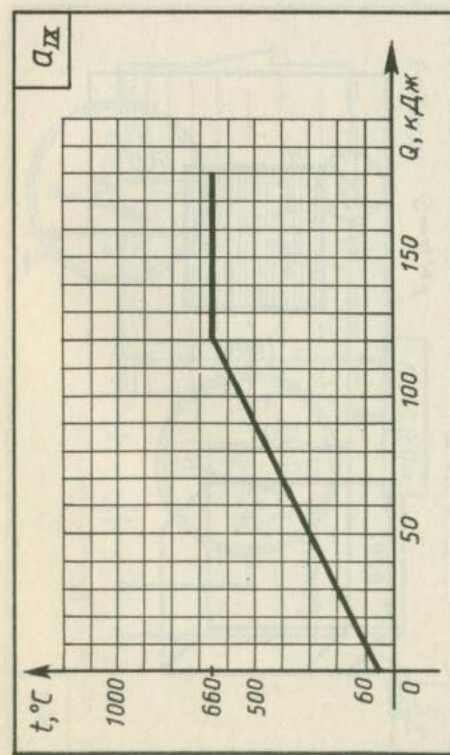
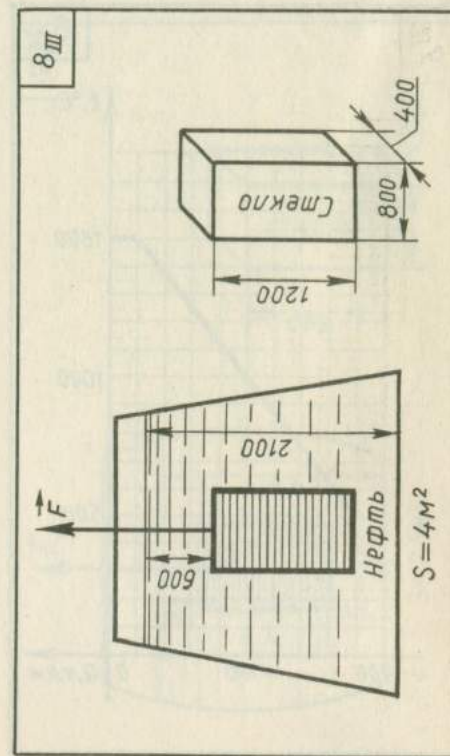
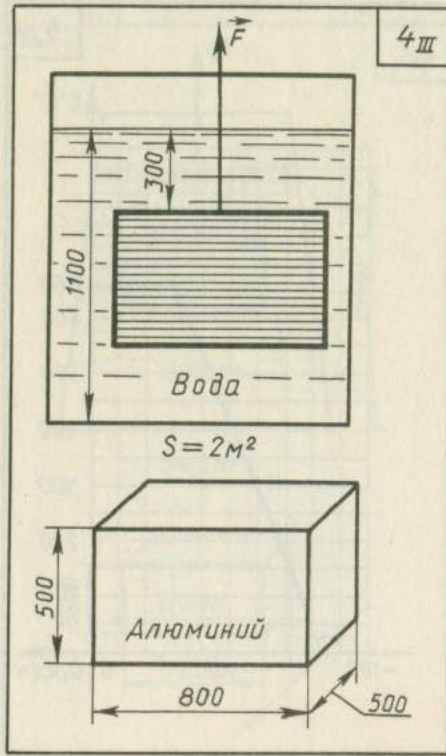
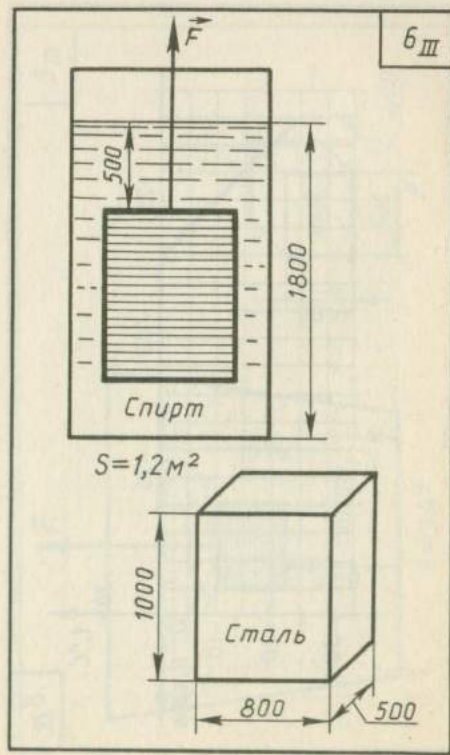
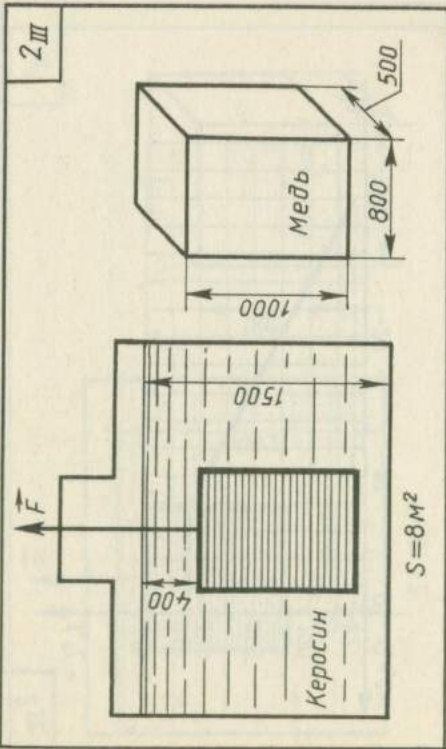
Железо

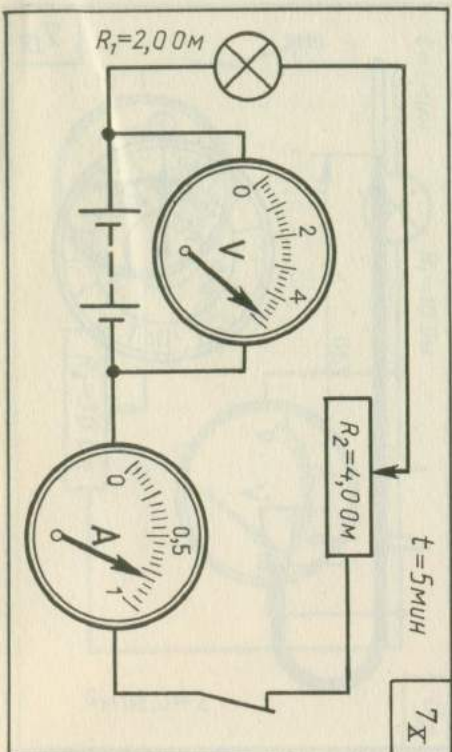
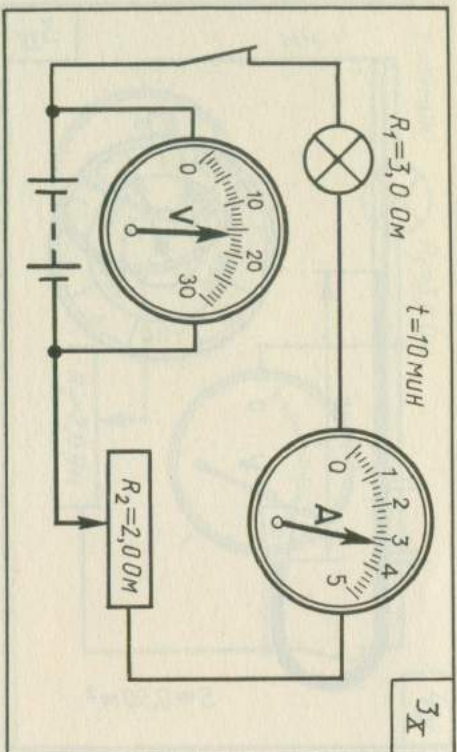
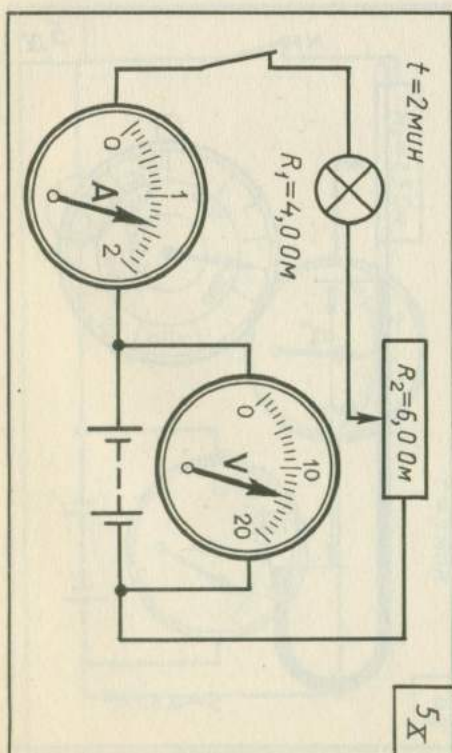
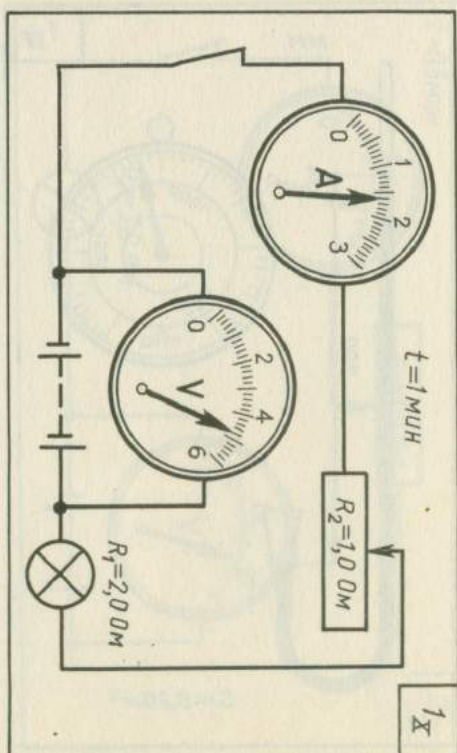
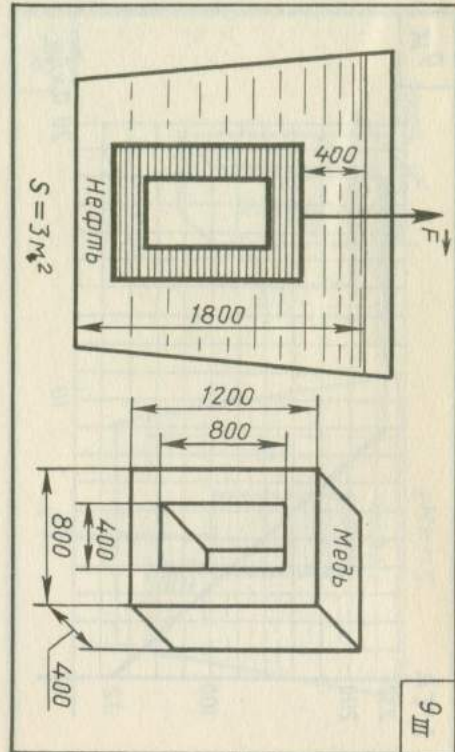
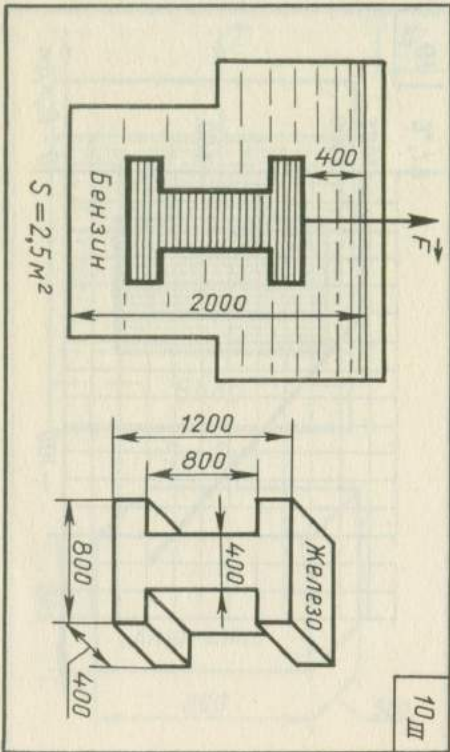
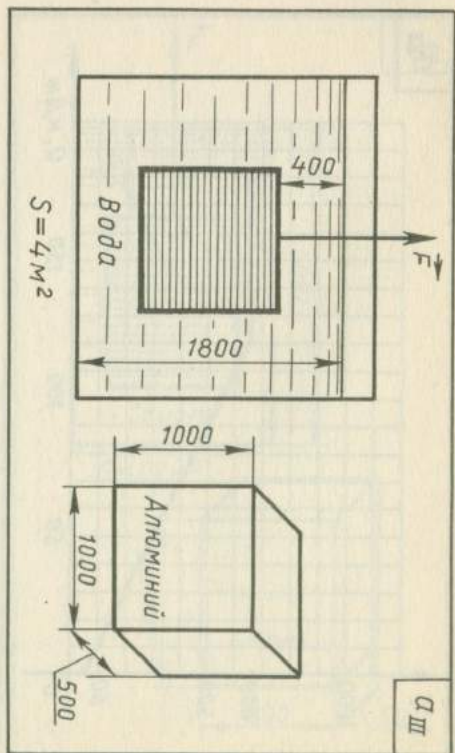
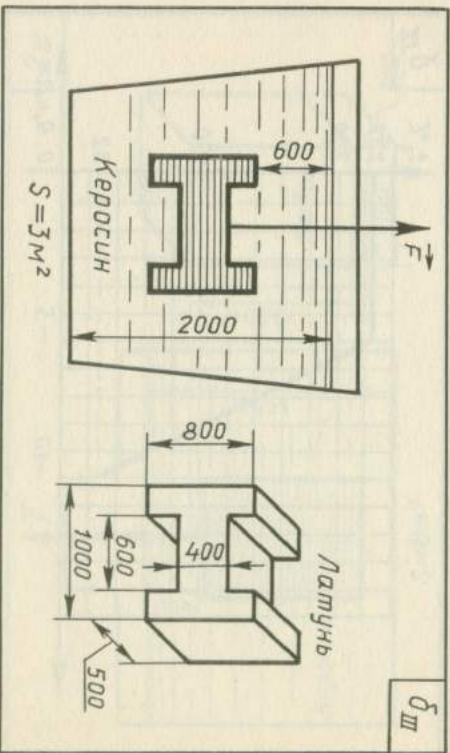


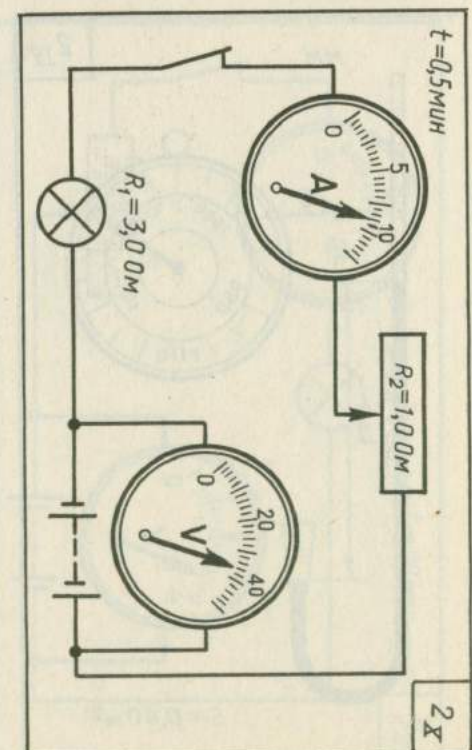
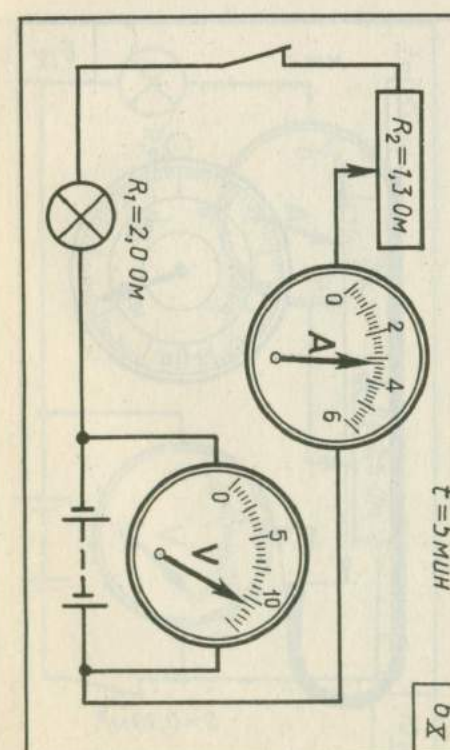
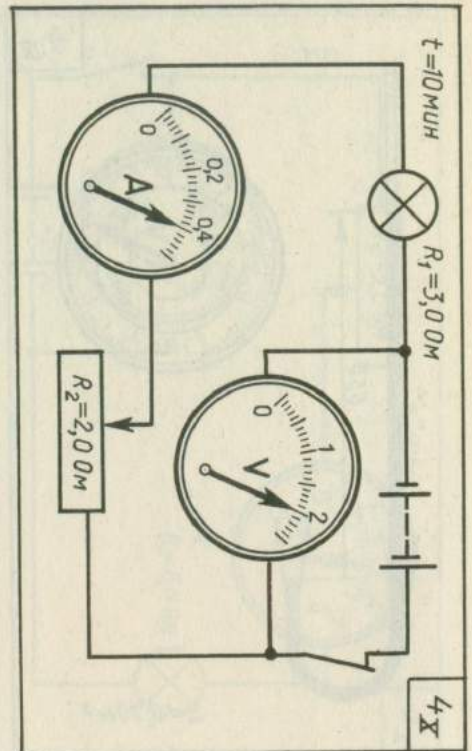
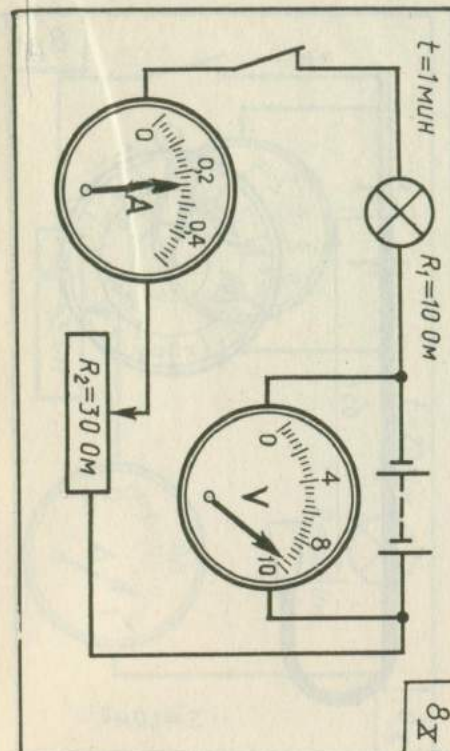
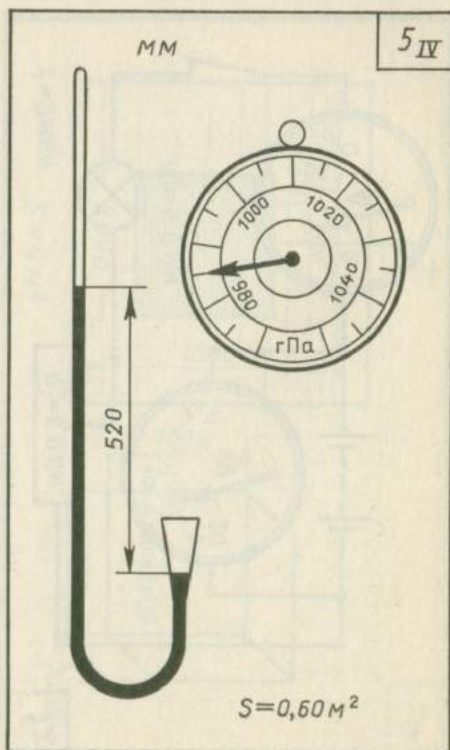
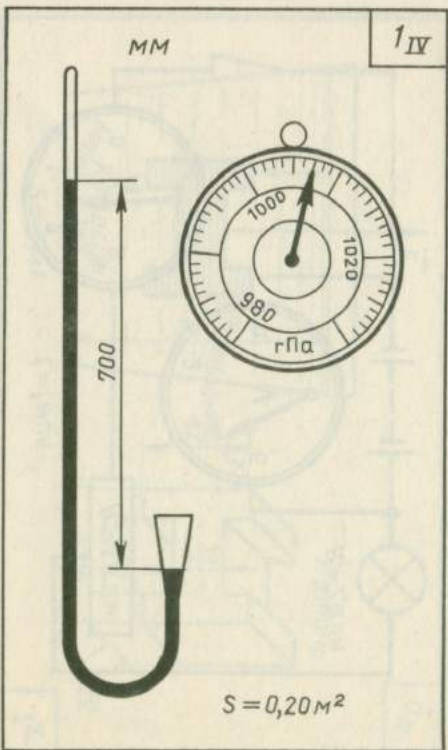
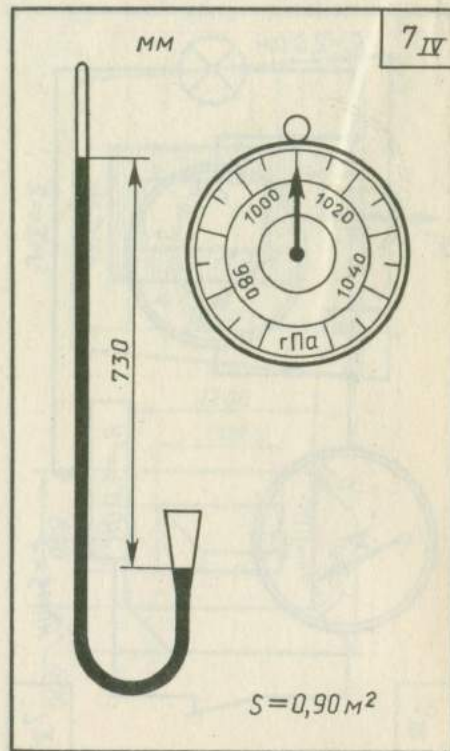
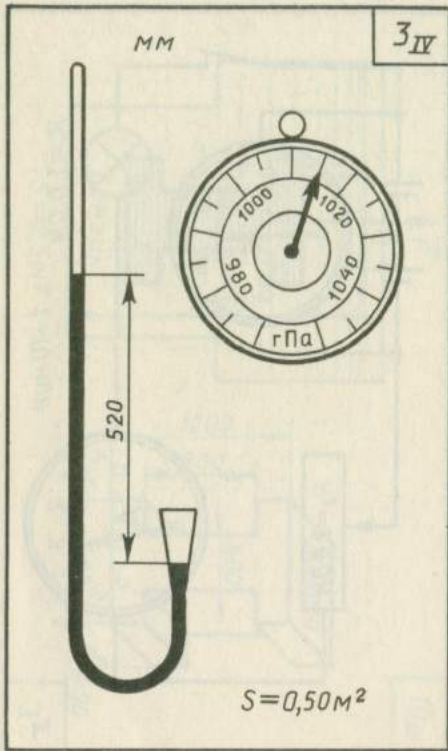


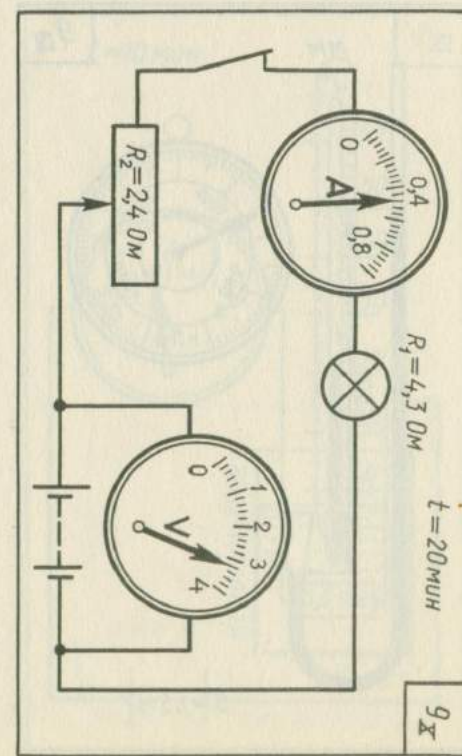
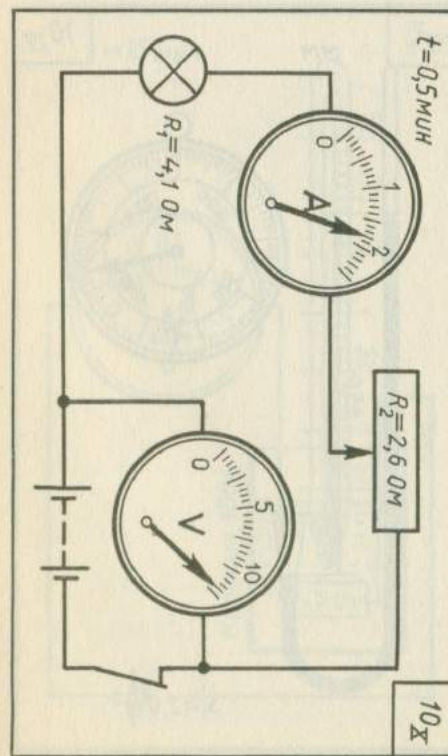
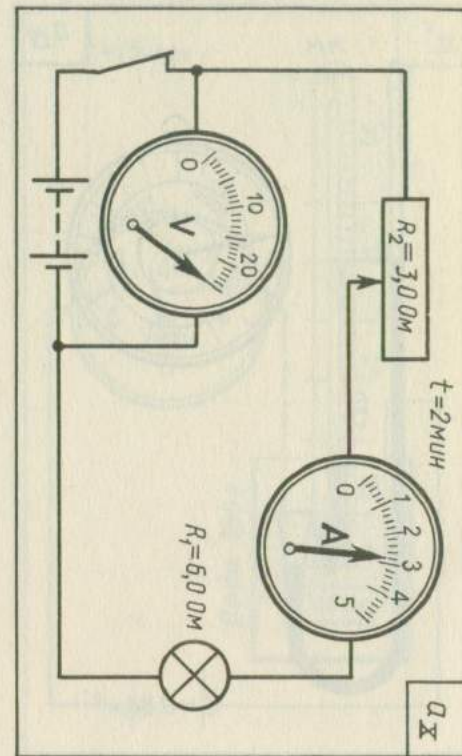
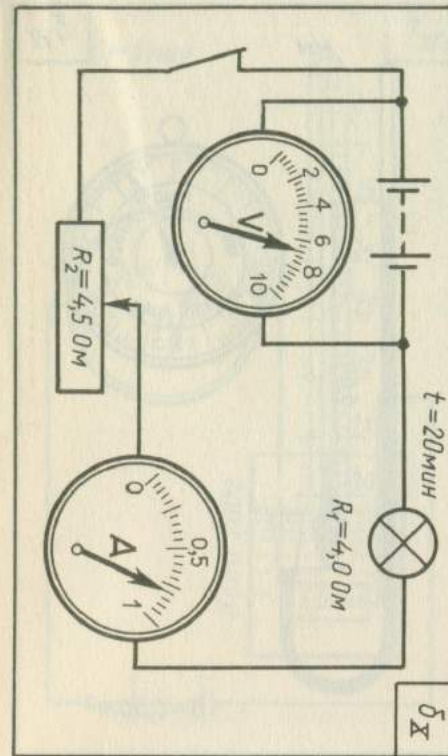
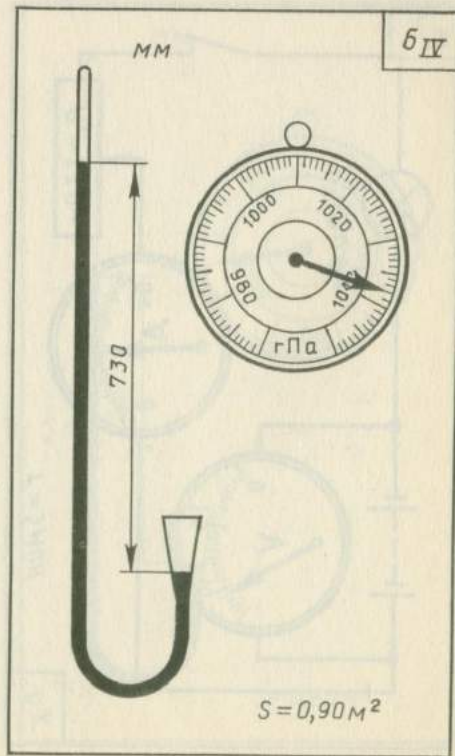
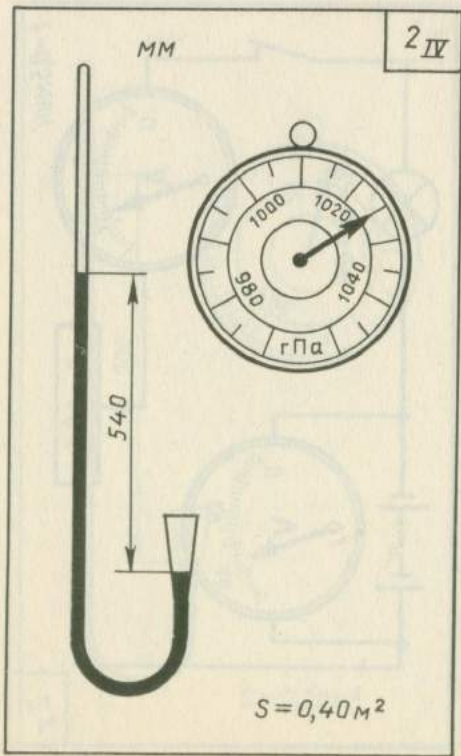
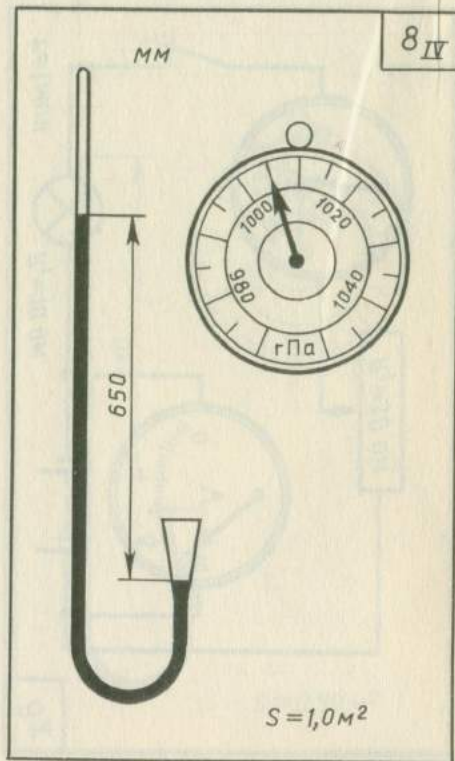
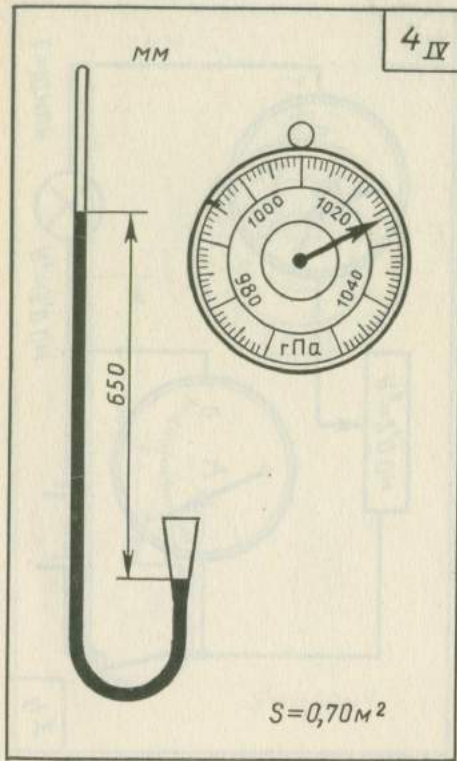


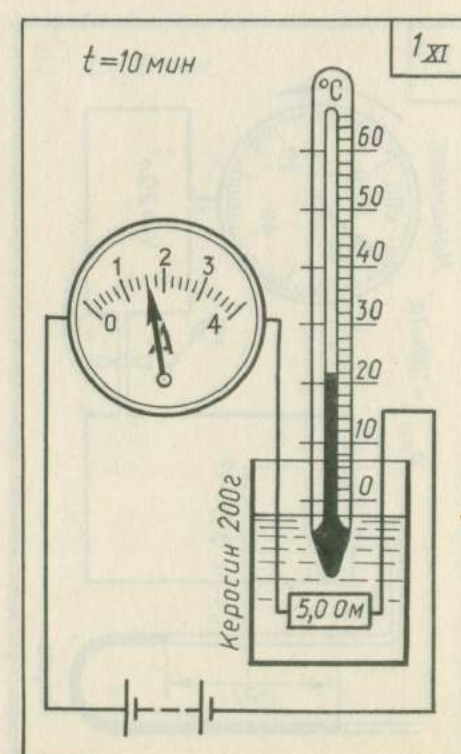
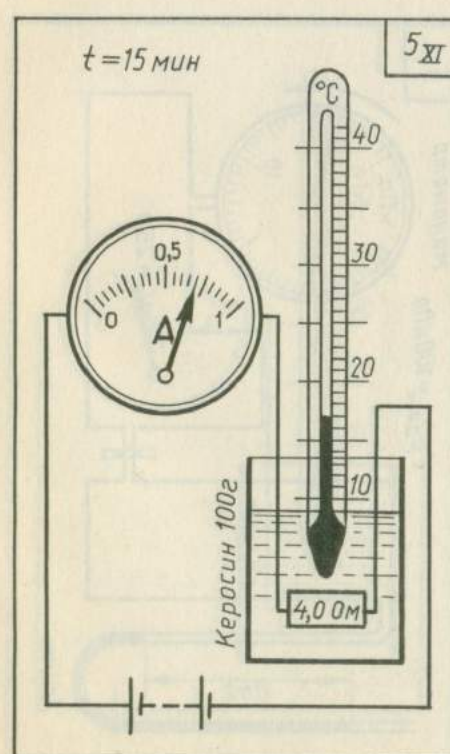
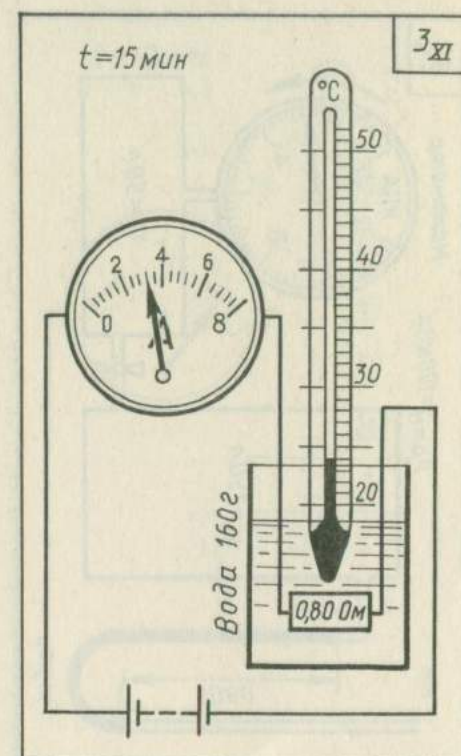
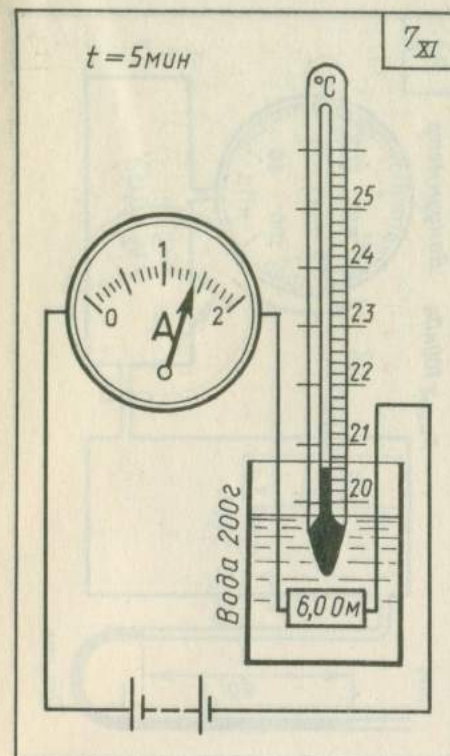
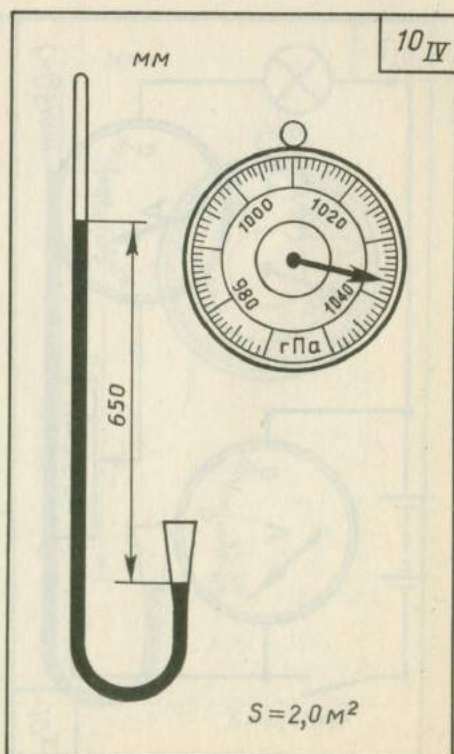
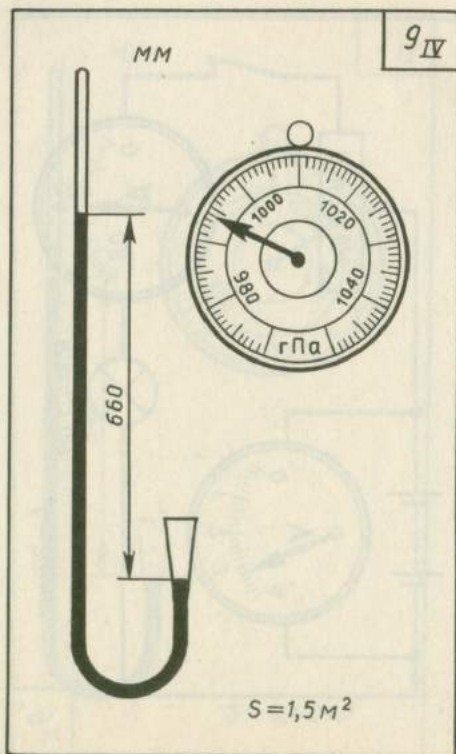
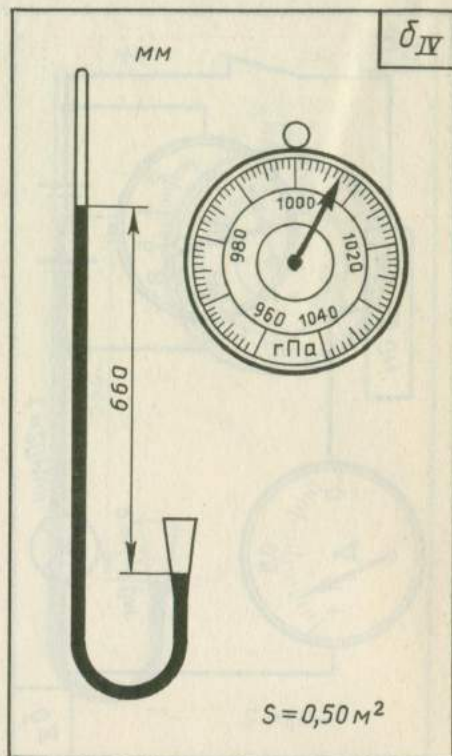
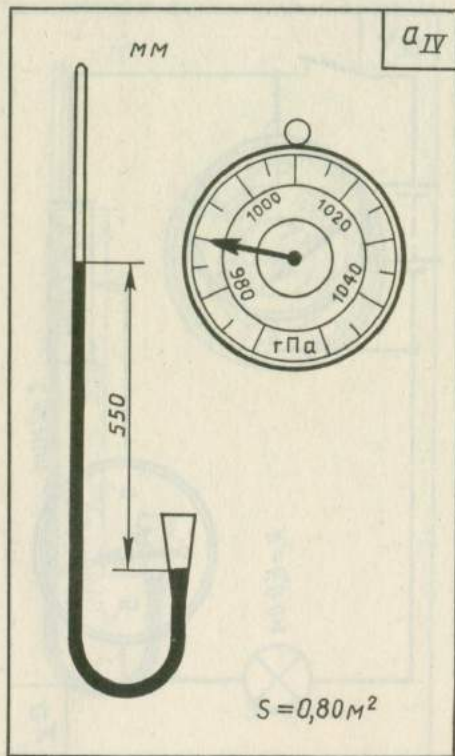


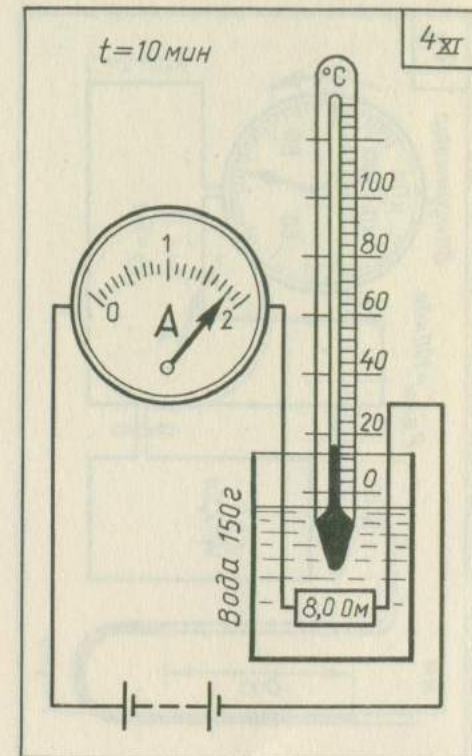
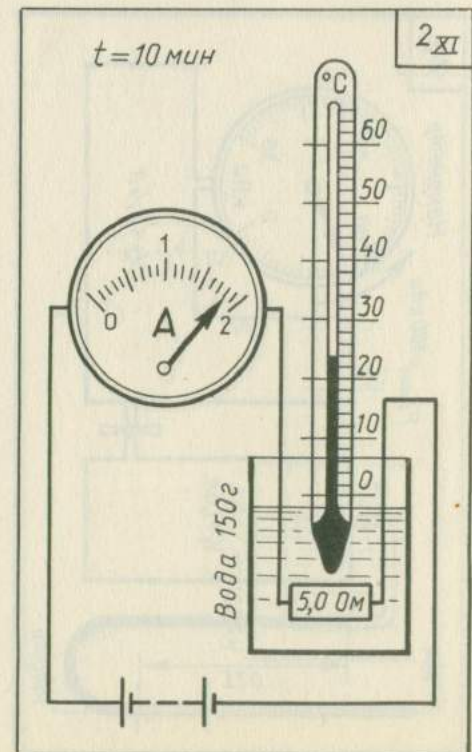
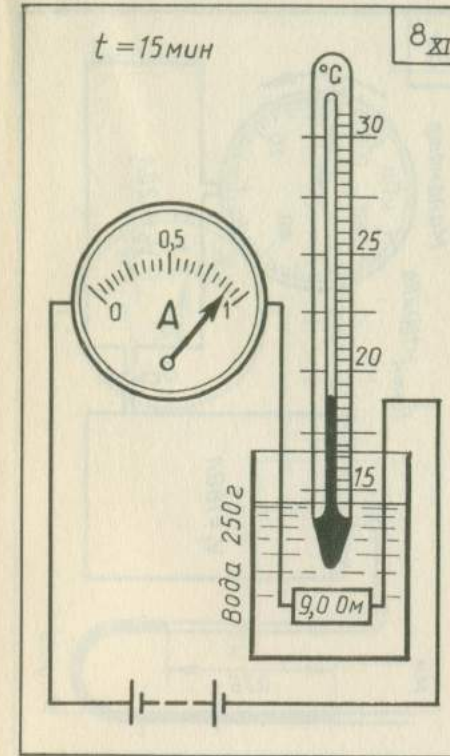
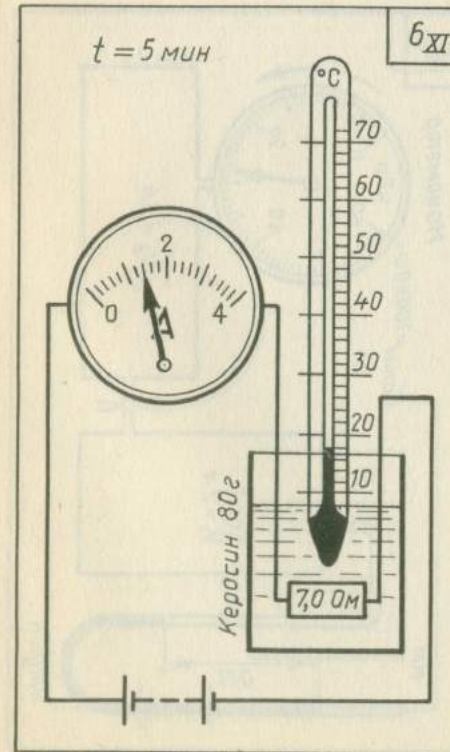
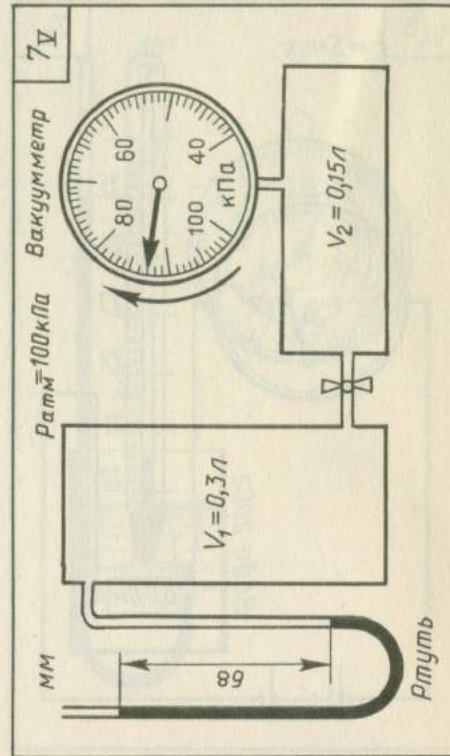
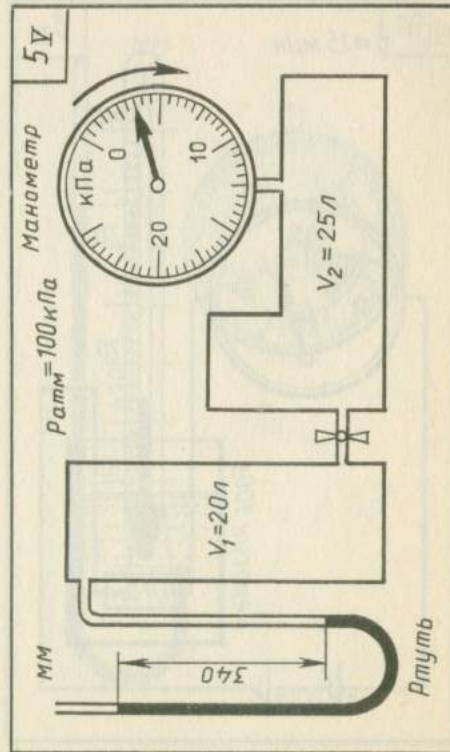
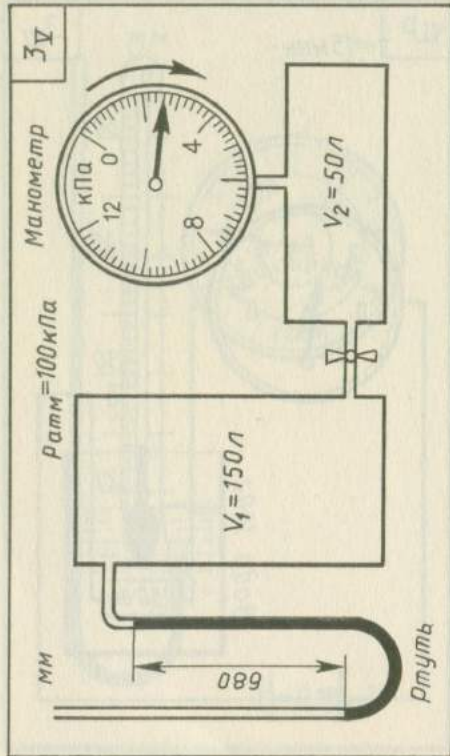
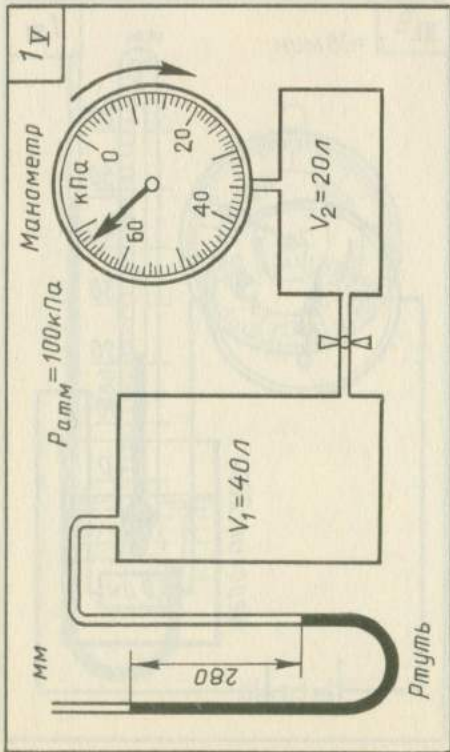


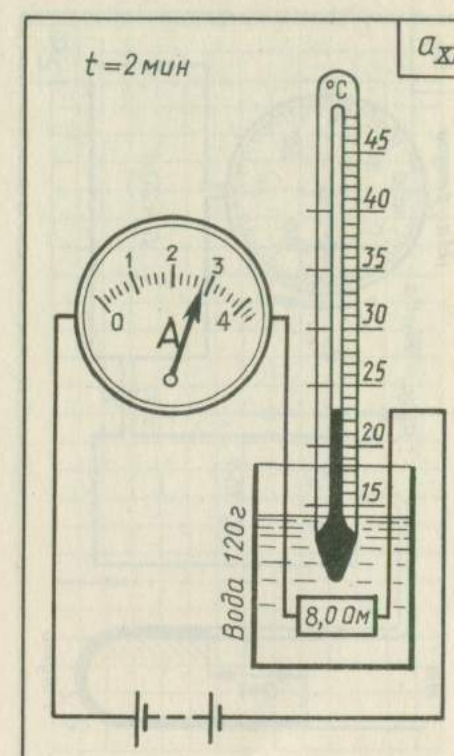
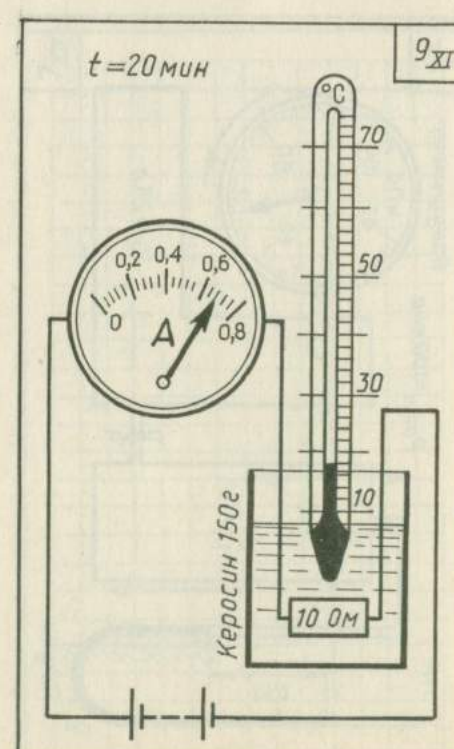
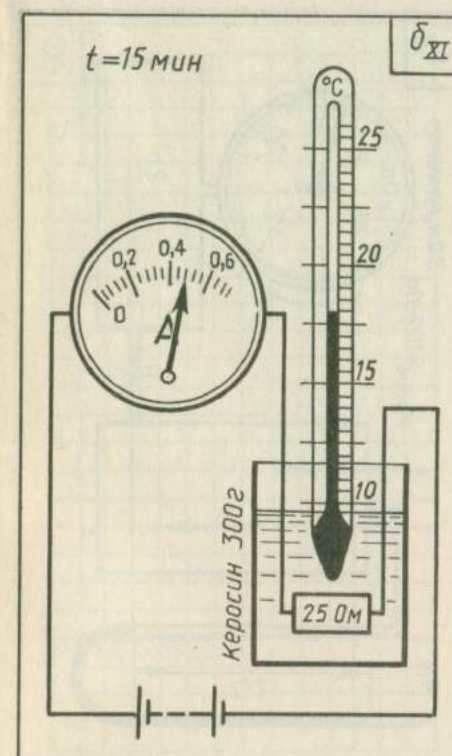
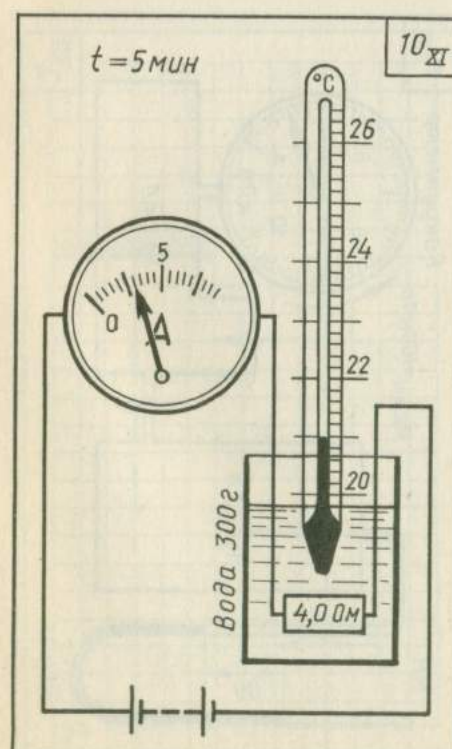
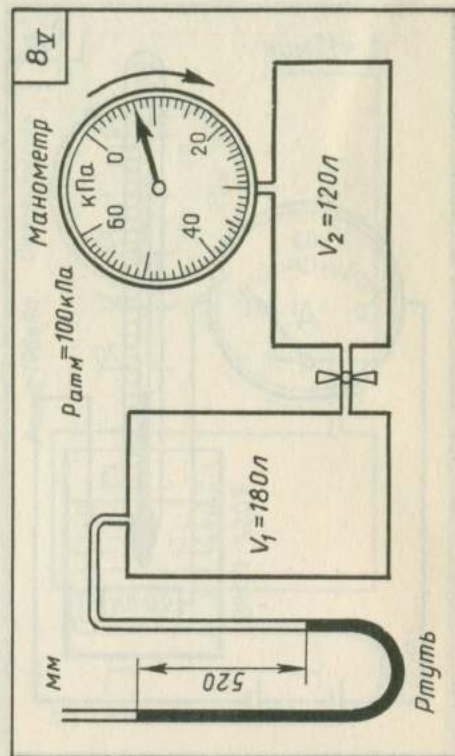
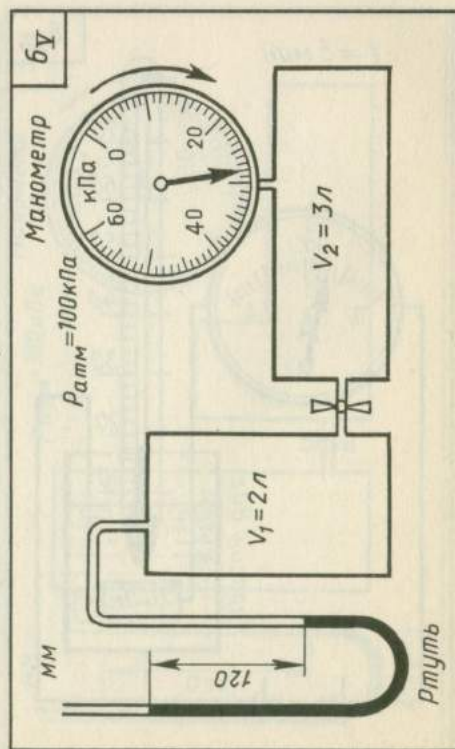
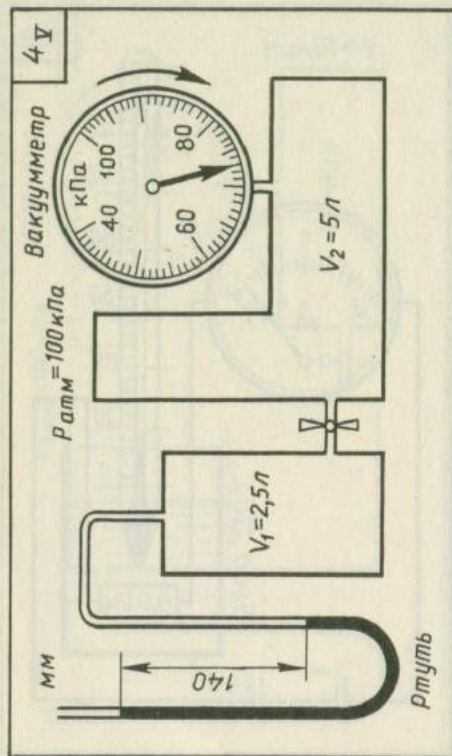
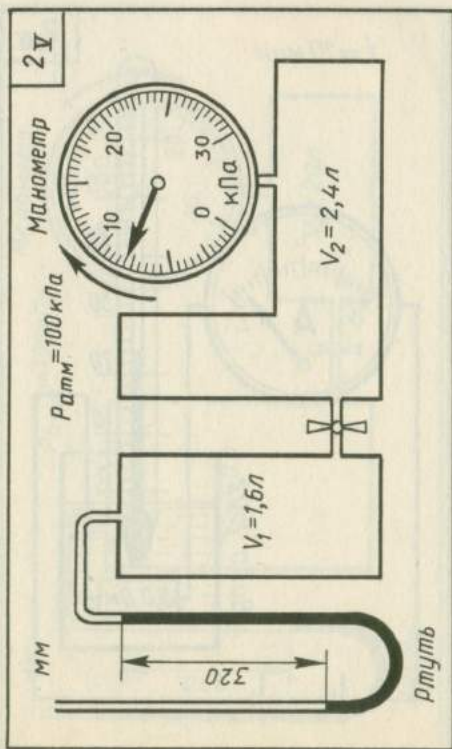


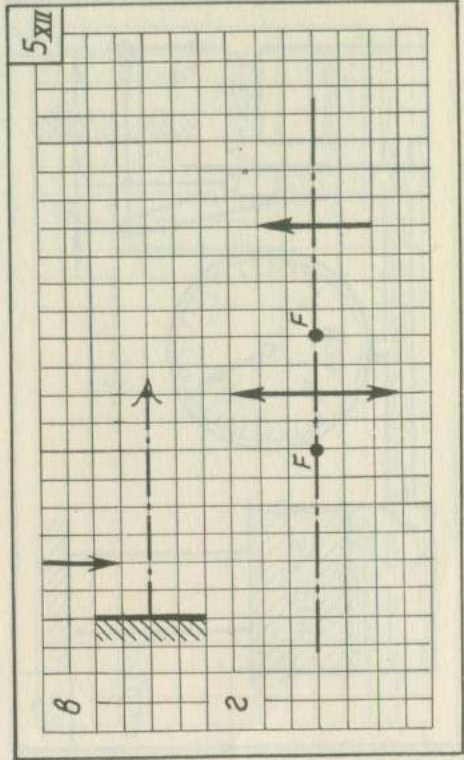
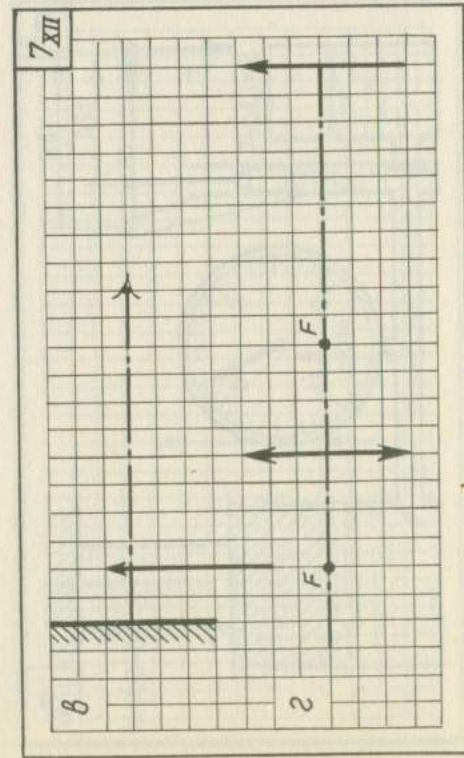
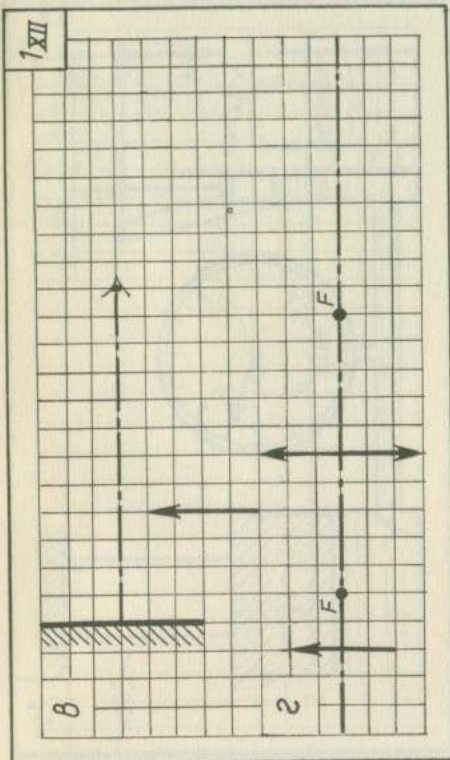
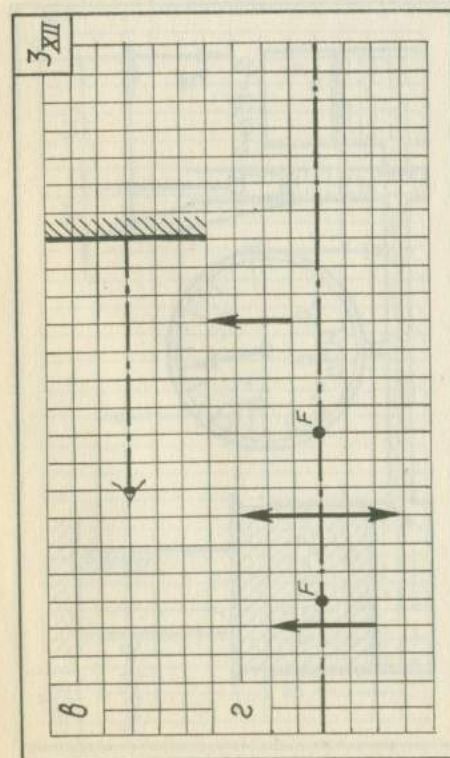
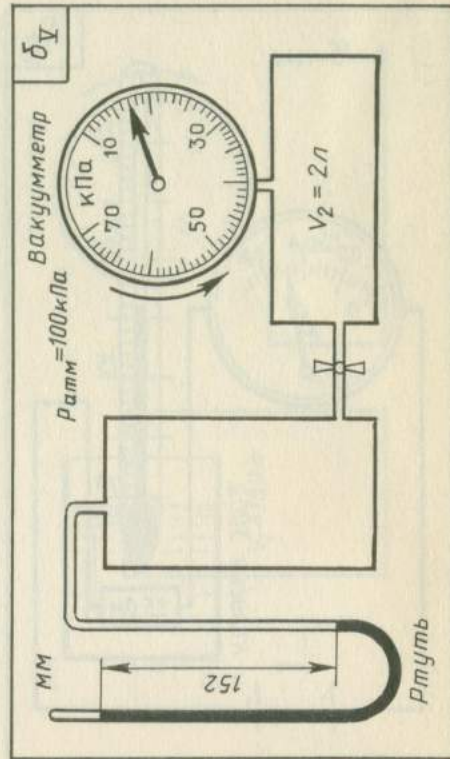
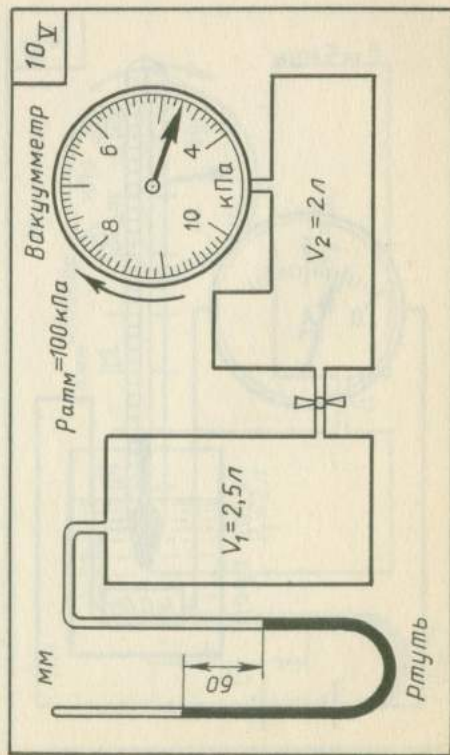
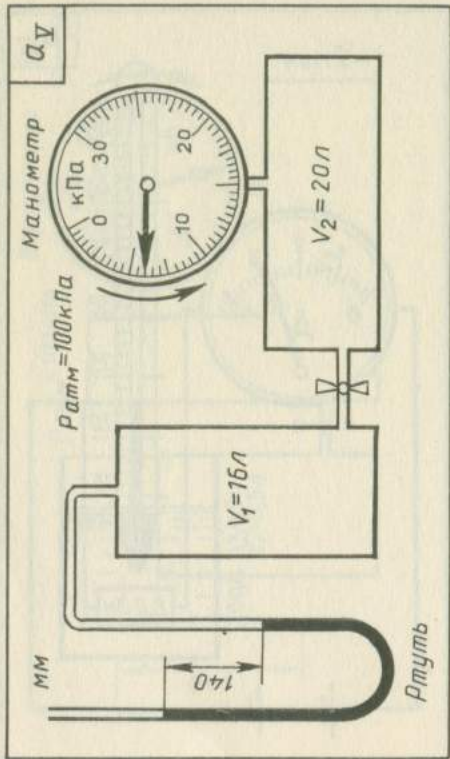
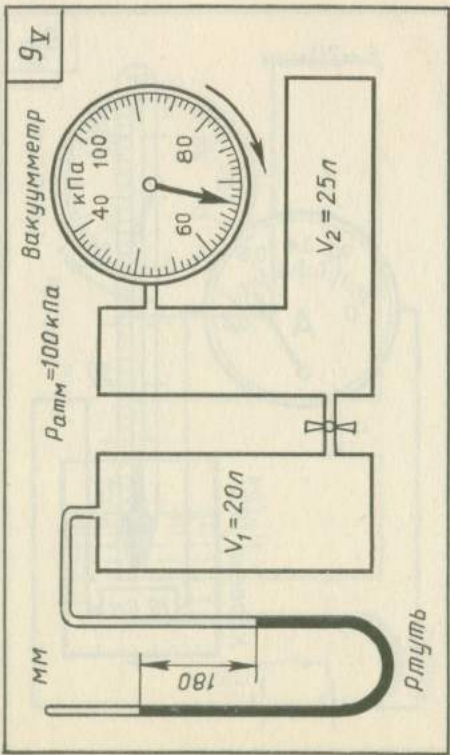


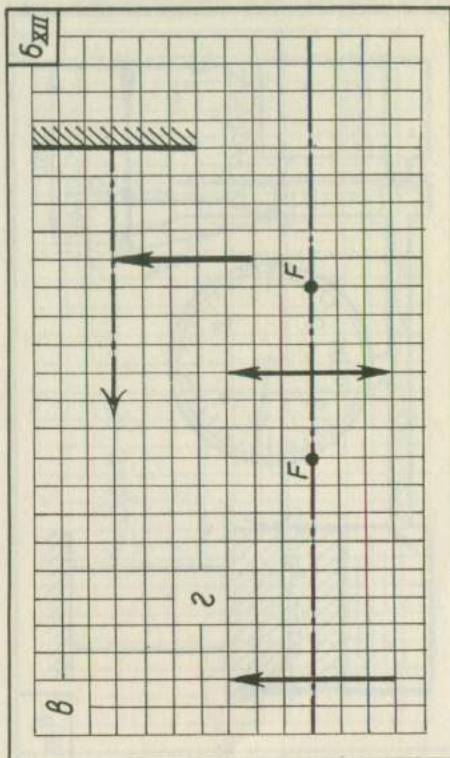
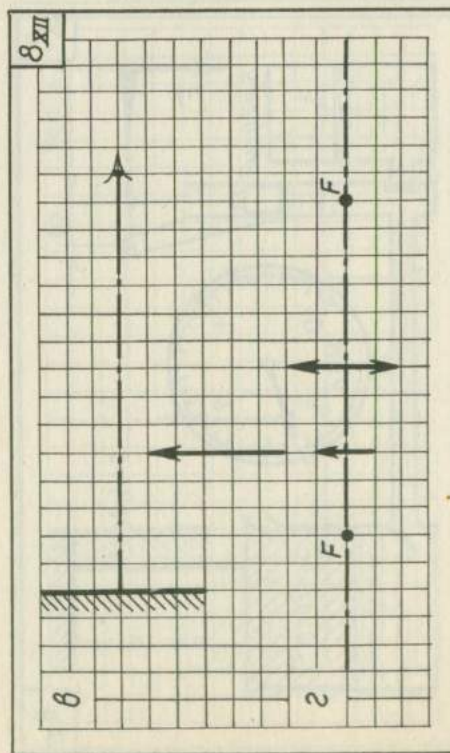
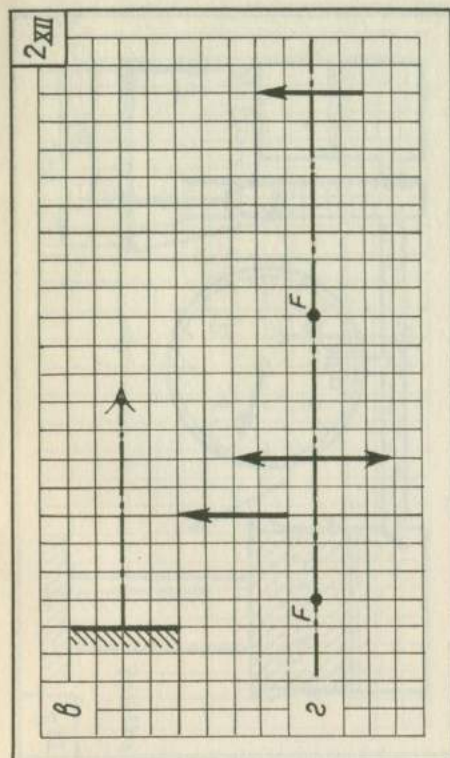
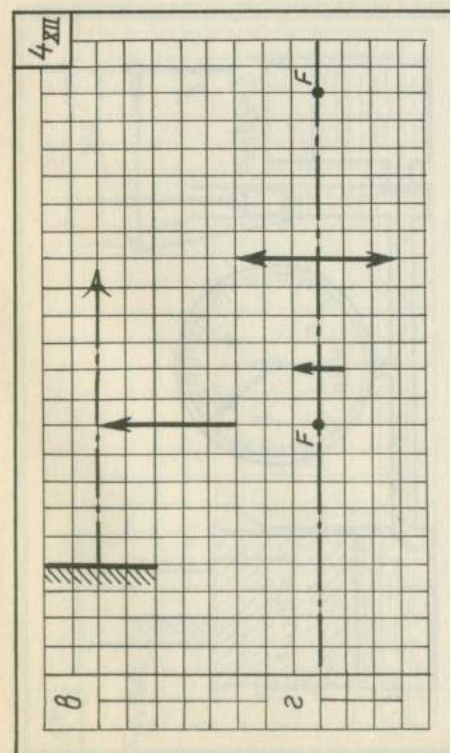
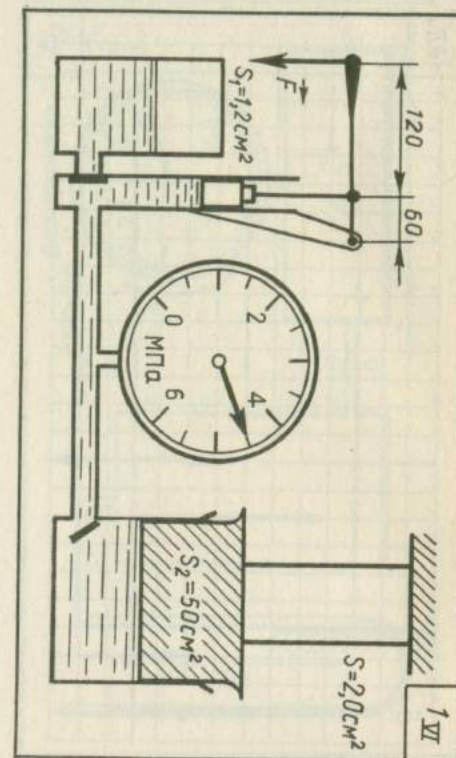
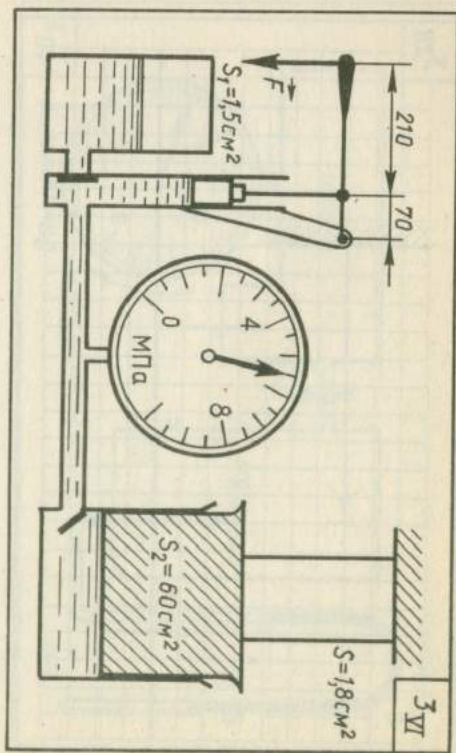
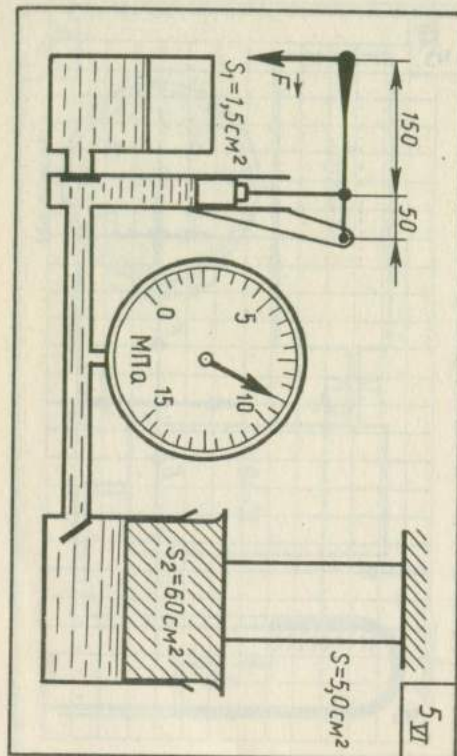
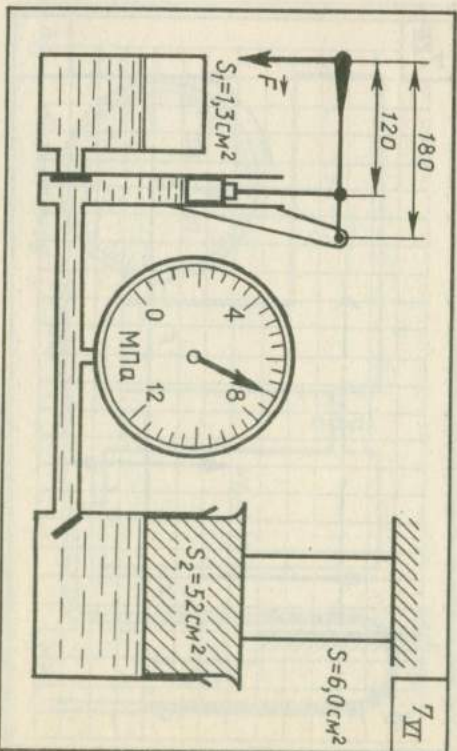


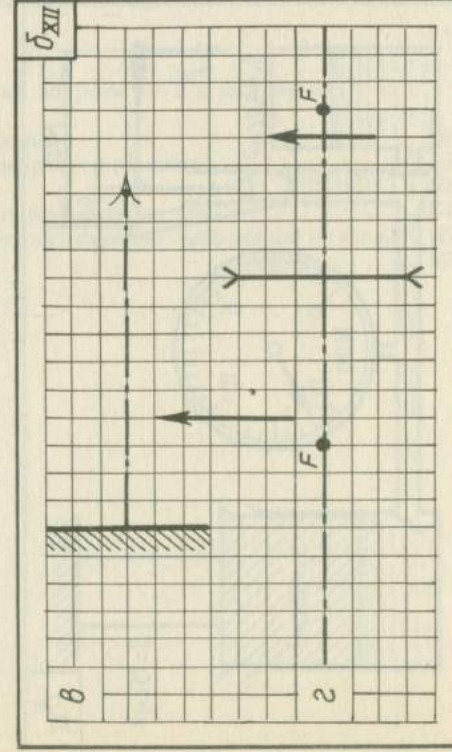
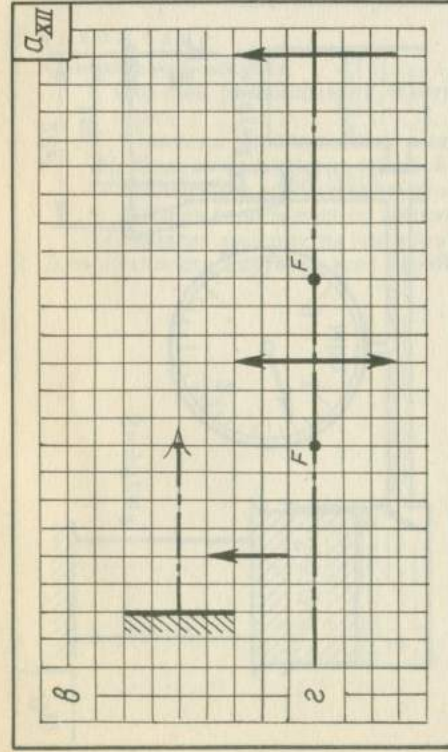
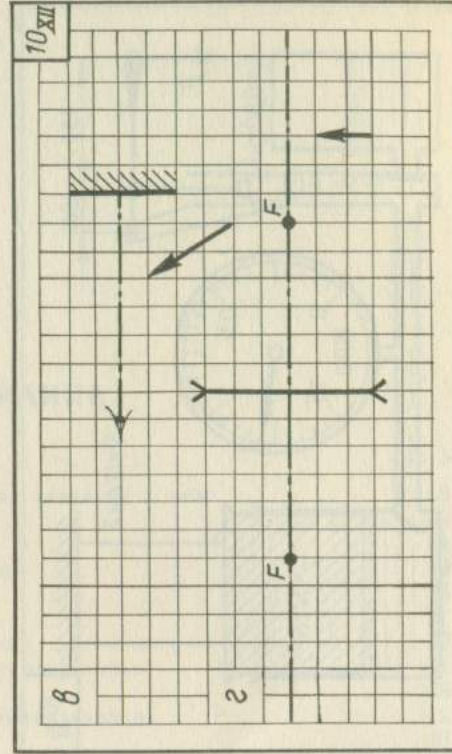
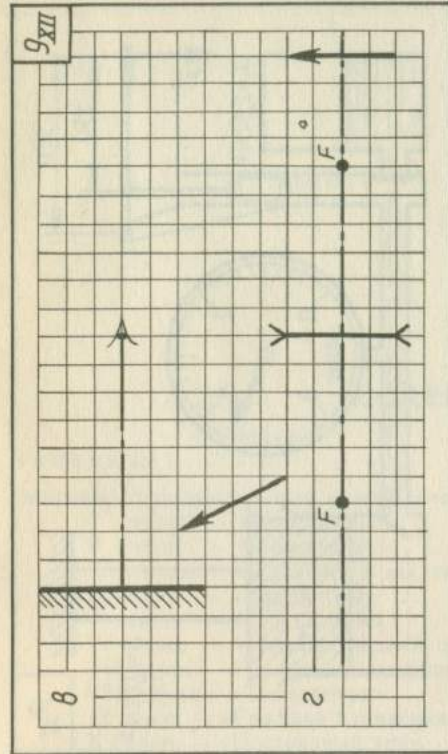
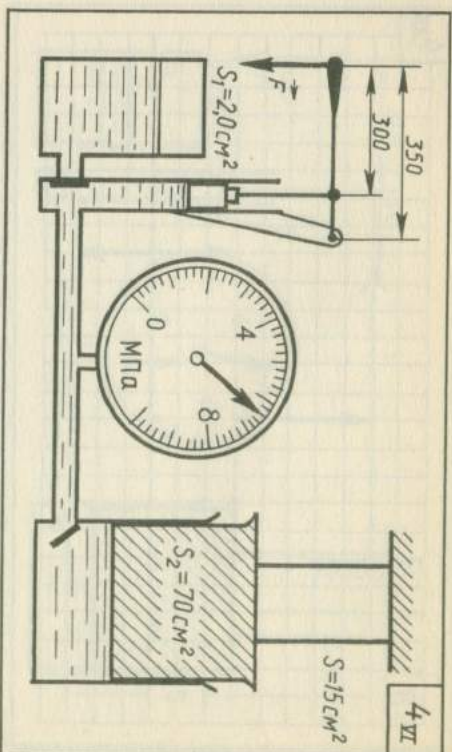
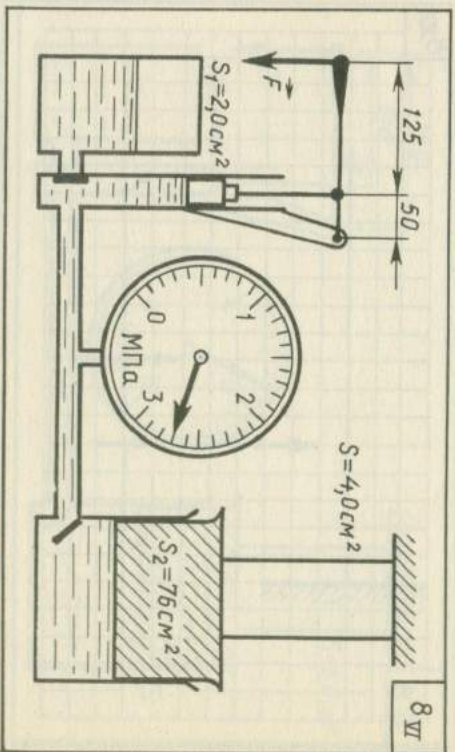
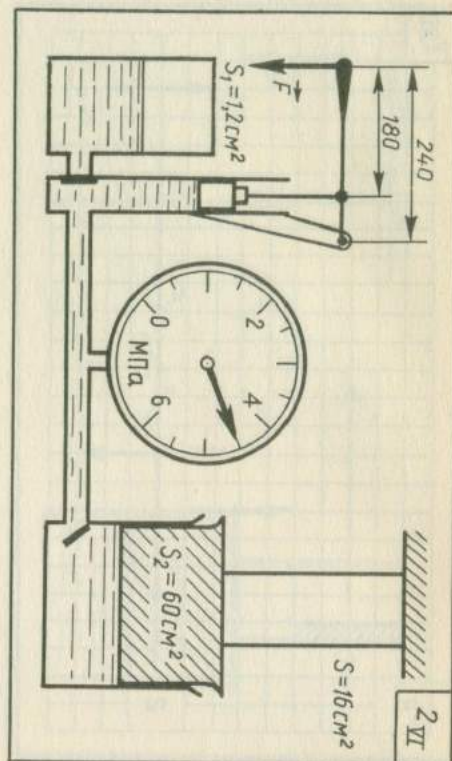
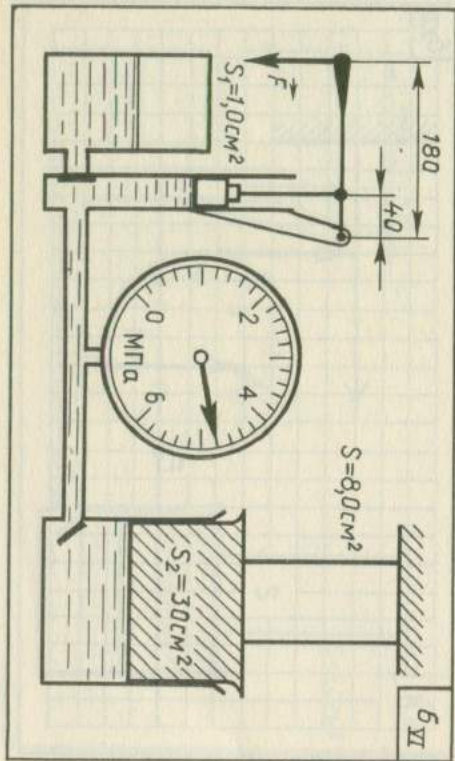


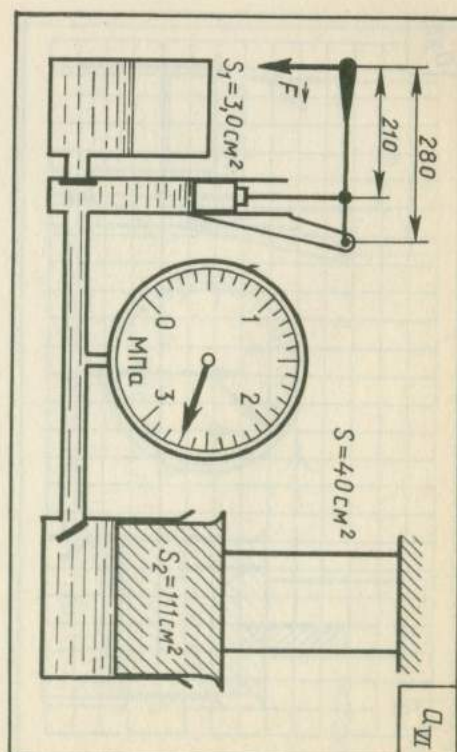
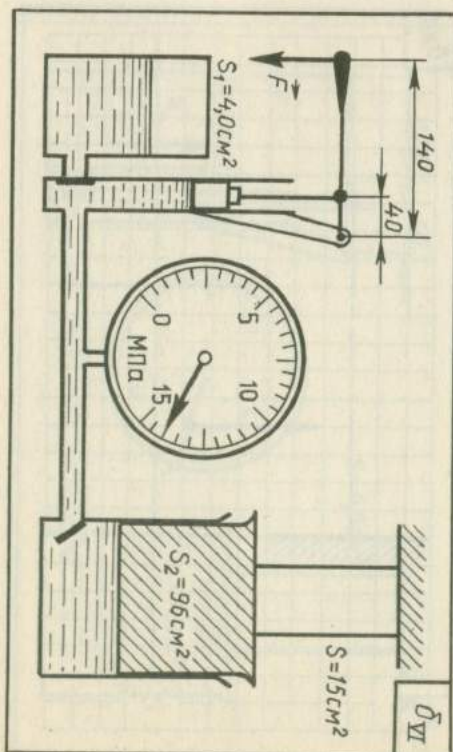
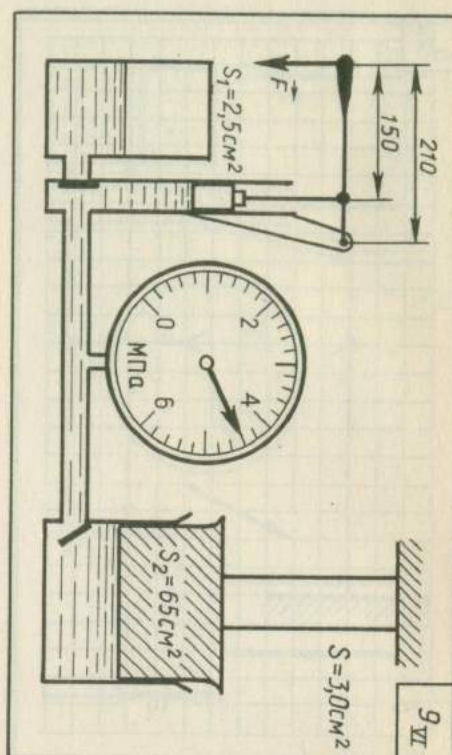
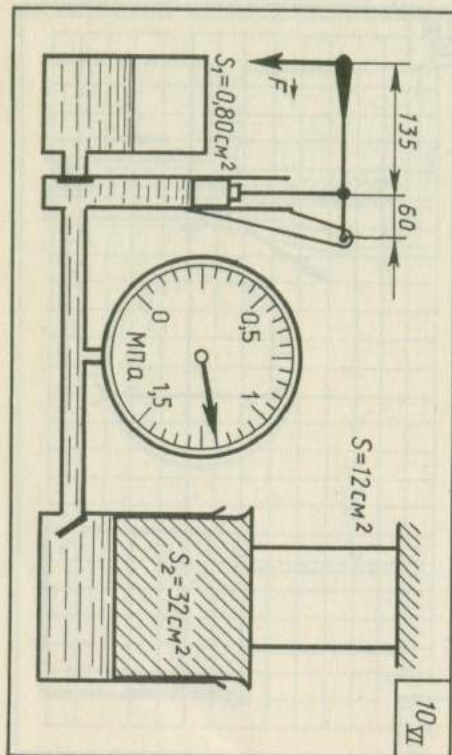












СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Описание отдельных серий и методические указания к ним	8
I серия — «Бруски»	14
II серия — «Мензурки»	19
III серия — «Давление в жидкости»	23
IV серия — «Барометры»	27
V серия — «Манометры»	30
VI серия — «Гидравлический пресс»	34
VII серия — «График изменения температуры»	38
VIII серия — «Термометры»	42
IX серия — «Графики плавления и отвердевания»	46
X серия — «Постоянный ток»	50
XI серия — «Тепловое действие тока»	54
XII серия — «Плоское зеркало и линза»	58
Приложение	—
1. Самодельные пособия	—
I. Образец расположения ответов на вопросы 1—5 к карточкам I серии	59
II. Правила приближенных вычислений	60
III. Модель мензурки со сменной оцифровкой на шкале	62
IV. Измерение объема мензуркой	64
V. Модель термометра со сменной оцифровкой на шкале	66
VI. Модель амперметра или вольтметра со сменной оцифровкой на шкале	69
2. Два комплекта карточек всех серий	69

Учебное издание

СКРЕЛИН Лев Иванович

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО ФИЗИКЕ

7—8 классы

Зав. редакцией В. А. Обмелина

Редактор Л. С. Мордовцева

Младший редактор О. В. Агапова

Художник Е. П. Титков

Художественный редактор В. М. Прокофьев

Технический редактор М. М. Широкова

Корректоры О. И. Кузовлева, Г. И. Мосякина

ИБ № 12140

Сдано в набор 08.06.88. Подписано к печати 02.01.89. Формат $60 \times 90^{1/16}$. Бумага офсетная № 2. Гарнит. литер. Печать офсетная. Усл. печ. л. 9. Усл. кр.-отт. 9,25. Уч.-изд. л. 7,86. Тираж 650 000 экз. Заказ № 2214. Цена 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной роши, 41.

Отпечатано с диапозитивов ордена Трудового Красного Знамени ПО «Детская книга» Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 127018, Москва, Сушевский вал, 49, на Смоленском полиграфкомбинате Госкомиздата РСФСР. 214020, Смоленск, ул. Смольянинова, 1.