

ФИЗИКА

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ. 9, 10 КЛАССЫ



**СООТВЕТСТВУЕТ ГОСУДАРСТВЕННОМУ
СТАНДАРТУ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ**

**ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ С ДЕЙСТВУЮЩИМИ
УЧЕБНИКАМИ А. В. ПЕРЫШКИНА,
Е. М. ГУТНИК (9 КЛАСС)
И Г. Я. МЯКИШЕВА, Б. Б. БУХОВЦЕВА,
Н. Н. СОТСКОГО (10 КЛАСС)**

**ИМЕЕТ НЕОБХОДИМЫЙ
И ДОСТАТОЧНЫЙ ОБЪЕМ ЗНАНИЙ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ В НАГЛЯДНОЙ
И СЖАТОЙ ФОРМЕ**



**ПРЕДЛАГАЕТ МНОГОУРОВНЕВУЮ
СИСТЕМУ ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗНОГО УРОВНЯ
ПОДГОТОВКИ**

**СОДЕРЖИТ ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
И САМОКОНТРОЛЯ**

3-Е ИЗДАНИЕ

Ю. С. КУПЕРШТЕЙН

ФИЗИКА

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ
ЗАДАЧИ. 9, 10 КЛАССЫ

3-е издание

*Учителю
Ученику
Абитуриенту*

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2009

УДК 53(075.3)
ББК 22.3я72
К92

Куперштейн Ю. С.

К92 Физика. Опорные конспекты и дифференцированные задачи. 9, 10 класс. — 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 192 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-0351-8

Книга является дополнительным пособием для изучения физики по учебникам А. В. Перышкина, Е. М. Гутник (9 класс) и Г. Я. Мякишева, Б. Б. Буховцева, Н. Н. Сотского (10 класс) и отвечает требованиям Государственного стандарта образования по физике. Школьный курс физики представлен в виде опорных конспектов, указаны ссылки на учебники. По каждой теме имеются контрольные вопросы и дифференцированные задачи, позволяющие усваивать содержание предмета учащимися с разным уровнем подготовки по физике. Может применяться для организации учебной деятельности учащихся в классе при очном обучении, экстернате, в домашней и самостоятельной работе.

В третьем издании объединены материалы 9-го и 10-го классов, что позволяет весь раздел «Механика» школьного курса рассматривать в одной книге.

Для общеобразовательных школ

УДК 53(075.3)

ББК 22.3я72

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Компьютерная верстка	<i>Наталья Смирновой</i>
Корректор	<i>Виктория Пиотровская</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Рассмотрено Региональным экспертным советом Комитета по образованию и рекомендовано к использованию в образовательных учреждениях Санкт-Петербурга

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 31.07.09.

Формат 60×90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12.

Тираж 3000 экз. Заказ №

«БХВ-Петербург», 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП «Типография «Наука»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0351-8

© Куперштейн Ю. С., 2009

© Оформление, издательство «БХВ-Петербург», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие и методические рекомендации	1
9 КЛАСС	3
Конспекты	5
К 9/1 Понятие о механическом движении	6
К 9/2 Равнопеременное движение	7
К 9/3 I и II законы Ньютона	8
К 9/4 III закон Ньютона	9
К 9/5 Силы природы	10
К 9/6 Закон всемирного тяготения	11
К 9/7 Кинематика криволинейного движения	12
К 9/8 Закон сохранения импульса	13
К 9/9 Реактивное движение. Искусственные спутники земли	14
К 9/10 Механическая работа и мощность	15
К 9/11 Энергия	16
К 9/12 Механические колебания	17
К 9/13 Гармонические колебания. Вынужденные колебания. Резонанс	18
К 9/14 Механические волны. Звуковые волны	19
К 9/15 Магнитное поле тока	20
К 9/16 Действия магнитного поля на проводник и частицу. Явление электромагнитной индукции. Индукционный генератор	21
К 9/17 Электромагнитное поле. Электромагнитные волны	22
К 9/18 Строение атома	23
К 9/19 Строение ядра	24
К 9/20 Цепные ядерные реакции	25
Контрольные вопросы	27
Кинематика прямолинейного движения	28
Динамика	28
Силы природы	29

Кинематика криволинейного движения.....	30
Импульс тела. Мощность. Энергия	30
Механические колебания и волны	31
Электромагнитное поле	32
Строение атома и атомного ядра	32
Дифференцированные задачи	35
Кинематика	36
Динамика	41
Механическая работа	49
Мощность. Энергия. Импульс	49
Механические колебания.....	52
10 КЛАСС	59
Конспекты	61
К 10/1 Динамика криволинейного движения	62
К 10/2 Движение под действием силы тяжести.....	63
К 10/3 Условия равновесия тел	64
К 10/4 Основные положения М.К.Т. и их подтверждение	67
К 10/5 Строение твердых, жидких и газообразных тел. М.К.Т. идеального газа	70
К 10/6 Газовые законы	72
К 10/7 Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. I закон термодинамики. Тепловые двигатели	74
К 10/8 Взаимные превращения жидкостей и газов	76
К 10/9* Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярность	78
К 10/10 Свойства твердых тел	80
К 10/11 Электростатика (ч. I)	82
К 10/12 Электростатика (ч. II).....	84
К 10/13 Электростатика (ч. III)	86
К 10/14 Электрический ток. Закон Ома. Зависимость $R(t)$	88
К 10/15 Соединение проводников. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи	90

К 10/16 Ток в полупроводниках. Ток в вакууме. Т.Э.Э.	92
К 10/17 Электрический ток в электролитах	94
Электрический ток в газах	94
Контрольные вопросы	97
Молекулярная физика	98
Термодинамика	98
Электростатика	99
Постоянный ток	100
Ток в средах	101
Дифференцированные задачи	103
Задачи на повторение. «Кинематика»	104
Задачи на повторение. «Динамика»	105
Применение законов Ньютона	106
Движение под действием силы тяжести	113
Механическая работа. Мощность.	
Энергия. Импульс	116
Статика	121
Газовые законы	128
Молекулярная физика.	
Газовые законы	130
Теплота и работа	133
Внутренняя энергия.	
Первый закон термодинамики	134
Электростатика	139
Постоянный ток	149
Табличные данные	163
Ответы	167
9 класс	168
10 класс	171

ПРЕДИСЛОВИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Пособие содержит комплект опорных конспектов, дифференцированных задач и контрольных вопросов для взаимоконтроля (КВВК).

Опорные конспекты в виде схематических блоков учебной информации (формул, рисунков, символов и т. д.) охватывают все основные темы курса физики 9, 10 класса и представляют собой целостную структуру.

Оптимальный вариант обучения — когда каждый ученик имеет набор опорных конспектов, а учитель применяет их при изложении нового материала, в ходе опроса, подготовки к зачетам и экзаменам. Учителю целесообразно объяснять материал в классе по опорному конспекту с помощью специально подготовленных кодослайдов, плакатов или воспроизводить его на доске.

КВВК представляют собой «выжимки» из изученного материала — основные понятия, определения, формулы и т. д. Учащиеся отвечают на эти вопросы друг другу с последующей проверкой их учителем.

Дифференцированные задачи, составленные или взятые из разных источников, подобраны по степени сложности: простые (I группа), средние (II группа), повышенной сложности (III группа). Эти задачи обозначены в пособии буквой «Т». Учащиеся самостоятельно выбирают группу задач в зависимости от своих способностей и подготовки. По мере овладения знаниями и навыками они могут переходить к решению более сложных задач. Задачи каждой группы разбиты на блоки, включая домашнее задание, учащиеся должны научиться решать задачи одного блока, одну из которых учитель письменно проверяет на последующем уроке. Для большинства задач даны ответы. По некоторым темам вначале идут задачи, предполагаемые для домашних заданий. Эти задачи обозначены индексом «Д». Необходимость решения всех блоков задач по данной теме решает учитель в зависимости от наличия времени и качественного состава класса. Темы, обозначенные *, изучаются в ознакомительном плане.

Принятые условные обозначения:

...< > — смотри определения в учебниках на данной странице:

1. А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. Физика: Учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений. — М.: Дрофа, 2000.
2. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Сотский Н. Н. Учебник для 10 класса средней школы. — М.: Просвещение, 2001.



— параграф учебника, соответствующий данному конспекту.

9 КЛАСС

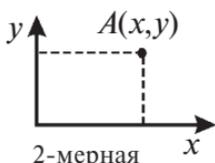
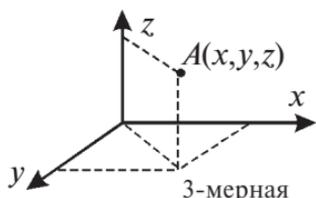
КОНСПЕКТЫ



К 9/1 ПОНЯТИЕ О МЕХАНИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ

① Общие сведения о движении

- а) механическое движение ... <стр. 5>
- б) основная задача механики ... <стр. 10>
- в) поступательное движение ... <стр. 7>
- г) материальная точка ... <стр. 7>
- д) система координат (с.к.) ... <стр. 5>

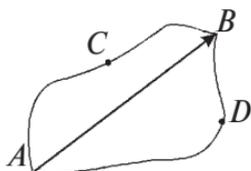


- е) система отсчета (с.о.) ... <стр. 8>



$$\text{С.О.} = \text{Т.О.} + \text{С.К.} + \text{П.О.В.}$$

ж)



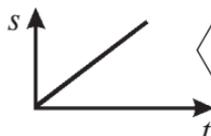
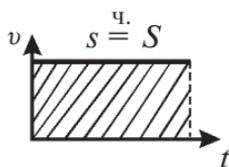
ACB, ADB — пройденный путь (длина траектории) — скаляр
 \overline{AB} — перемещение ...
 <стр. 11> — вектор

② Прямолинейное равномерное движение ... <стр. 16, 17>

Скорость ... <стр. 17>

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{s}}{t} \Rightarrow \vec{s} = \vec{v} \cdot t$$

$\vec{v} - \text{Const}$



③ Относительность движения



v_{\bullet}, s_{\bullet} — относит. земли
 v_{\bullet}, s_{\bullet} — относит. тележки
 могут быть разные траектории

«1»: $\Delta t = 5 \text{ с}$ $\Delta s_1 = 10 \text{ м}$

$$v_1 = \frac{10}{5} = 2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

«2»: $\Delta t = 5 \text{ с}$ $\Delta s_2 = 60 \text{ м}$

$$v_2 = \frac{60}{5} = 12 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\vec{s} = \vec{s}' + \vec{s}''$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$



К 9/2 РАВНОПЕРЕМЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

①

$$v \div 4 \frac{M}{c} \quad \frac{M}{c} \quad 4 \frac{M}{c} \quad \frac{M}{c} - p/M$$

$$v \div 0 \quad \frac{M}{c} \quad 6 \frac{M}{c} \quad 9 \frac{M}{c} - p/y$$

$$v \div 7 \frac{M}{c} \quad \frac{M}{c} \quad 3 \frac{M}{c} \quad \frac{M}{c} - p/3$$

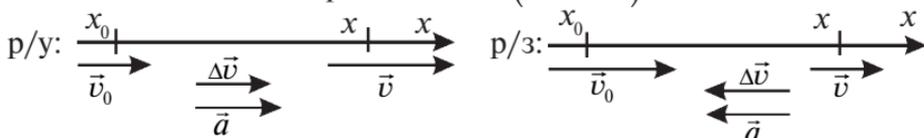
} p/п ... <стр. 20>

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}} - \text{<стр. 21>} \quad [a] = \frac{M}{c^2}$$

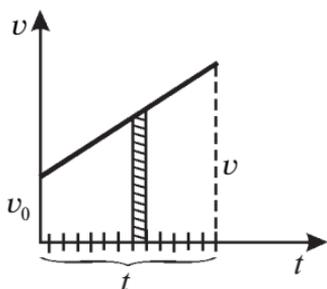
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

5-8

Направление \vec{a} : ($\vec{a} \uparrow \Delta \vec{v}$)



② Формула перемещения



$$\Delta s = \Delta S$$

$$\sum \Delta s = \sum \Delta S$$

$$s = S$$

$$\begin{cases} s = S = \frac{v_0 + v}{2} t \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

$$s = \frac{v_0 + v_0 + at}{2} t$$

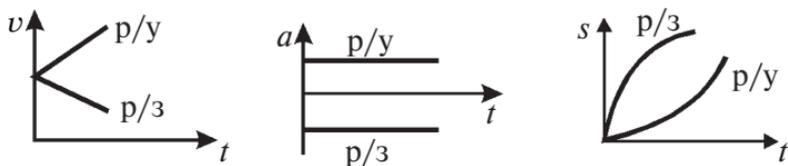
$$\boxed{\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}}$$

$$\begin{cases} s = \frac{v_0 + v}{2} t \\ v = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \end{cases}$$

$$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\boxed{v^2 - v_0^2 = \pm 2as}$$

③ Графики p/п движения



Общая задача динамики: причина, величина, направление «а»

① I закон Ньютона

$a = ?$

- $\vec{v} = 0$
- $\vec{v} - \text{const}$

действия $\left. \begin{array}{l} \text{земли-опоры} \\ \text{земли-нити} \end{array} \right\} \text{компенсуются}$

10

$f_{\text{тр}} \rightarrow 0$

$N = mg$
 $F_T = F_{\text{тр}}$

$\vec{v} - \text{const} - \text{движение по инерции}$

Вывод: $a = 0$, если действие тел скомпенсировано

для \bullet

- с/о «земля» инерциальная
- с/о «тележка» неинерциальная

Существуют такие системы отсчета ... <стр. 41>

$\sum \vec{F} = 0$

② Причина «а» — нескомпенсированное действие других тел

ключка — шайба, мяч — нога

③ Ускорение при взаимодействии. Масса

независимо от характера взаимодействия

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{a'_1}{a'_2} = \frac{a''_1}{a''_2} = \dots = \text{const}$$

$a_1 < a_2$ — 1 тело наз. более инертным

Масса — мера инертности: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow m_2 = \frac{a_1}{a_2} m_1$ (I)

$[m] = \text{кг}$ — эталон (взвешивание!)

④ Сила. II закон Ньютона

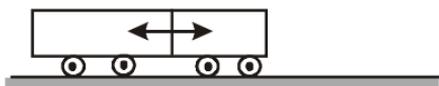
Из (1): $m_1 a_1 = m_2 a_2 = F$ И так, $\vec{F} = m \vec{a}$ — причина ускорения

$$[F] = \text{кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

11

Если несколько сил, то $\sum \vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$ — <стр. 46>

$$-\frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2 \Rightarrow \boxed{\vec{F}_1 = -\vec{F}_2}$$

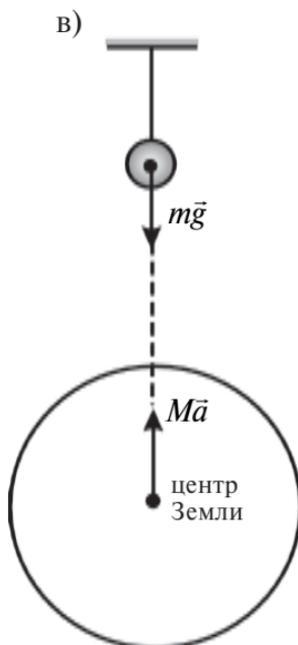
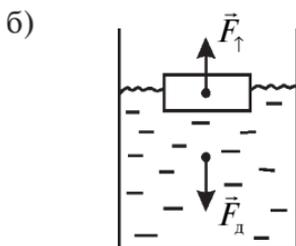
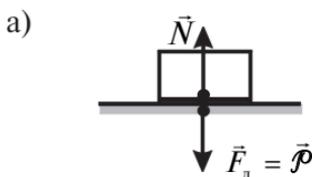


Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению

Силы взаимодействия должны быть:

- 1) одной природы;
- 2) всегда равны по величине;
- 3) всегда направлены в противоположные стороны вдоль одной прямой;
- 4) приложены к разным телам \Rightarrow не уравновешиваются

Примеры проявления



1 Два основных вида взаимодействия в механике

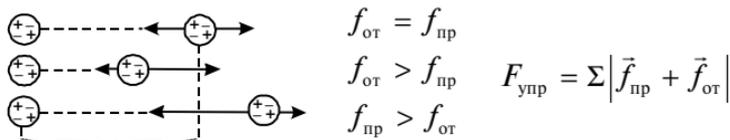
электромагнитное

$F_{\text{упр}}$ (н-р N, T) $F_{\text{пр}}$

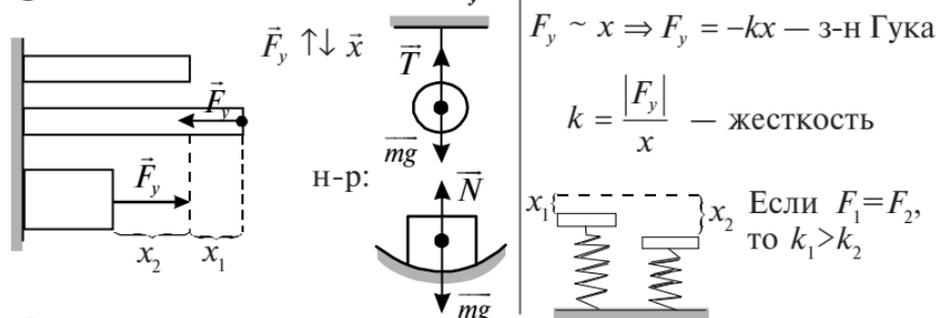
гравитационное

mg

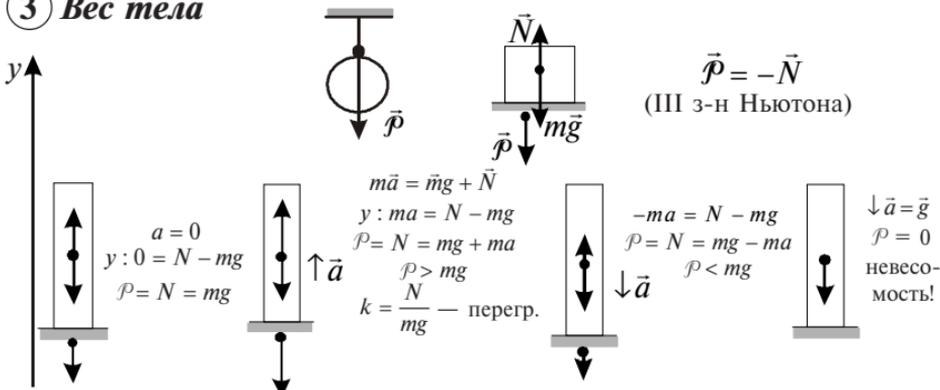
Суть электром. сил — взаимодей. заряж. частиц соседних атомов



2 Направление и величина F_y

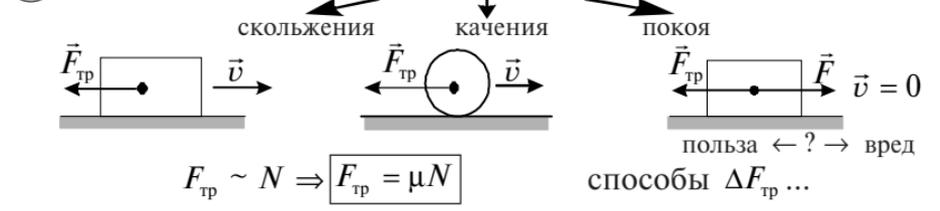


3 Вес тела



4

Сила трения



- ① Падение тел на Землю
Луна вокруг Земли
Планеты вокруг Солнца
Приливы и отливы

почему?

Ньютон
1667 г.

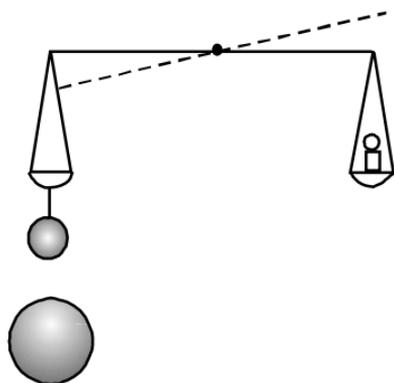
$$\left. \begin{array}{l} F \sim m_1 \\ F \sim m_2 \\ F \sim \frac{1}{R^2} \end{array} \right\} F \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

$$\Downarrow$$

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2} \quad - \text{<стр. 59>}$$



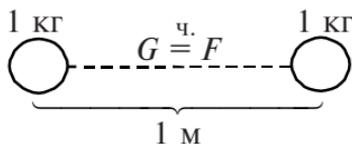
- ② G — гравитационная постоянная



$$G = \frac{F \cdot R^2}{m_1 \cdot m_2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

впервые Кавендиш (анг.)

Физический смысл G



- ③ **Пределы применимости закона**

- материальные точки;
- шары;
- шар большого R и тело

- ④ **Сила тяжести** (притяжения к Земле)

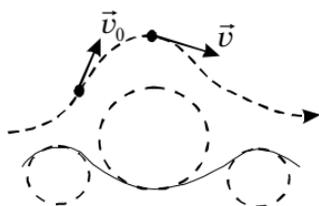
$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

$$F = mg$$

$$\Downarrow \quad g = \frac{F}{m} = G \frac{M}{R^2} \quad \nearrow$$

К 9/7 КИНЕМАТИКА КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

1



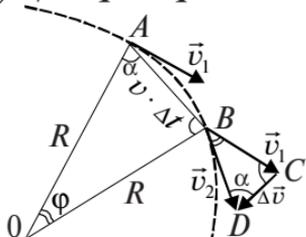
$\vec{v} \uparrow \uparrow$ касательн.

Даже если $|\vec{v}| = \text{const}$, \vec{v} — меняется

Сл-но, есть $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ $\vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v}$

криволинейное движение можно свести к движению по окружности

2 Центостремительное ускорение



$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$

$$\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow \cup AB = AB = v \cdot \Delta t$$

$\triangle OAB \sim \triangle BCD$ (по 3 углам)

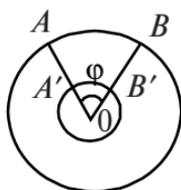
$$\frac{\Delta v}{v \cdot \Delta t} = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{a}{v} = \frac{v}{R} \Rightarrow \boxed{a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}}$$

18-19

Направление $a_{\text{ц}}$: $\triangle BCD$ $\varphi + 2\alpha = 180^\circ$

т. к. $\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow \varphi \rightarrow 0 \Rightarrow \alpha \rightarrow 90^\circ \Rightarrow \Delta \vec{v} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{a}_{\text{ц}} \perp \vec{v}$ — напр. к центру

3 Движение по окружности

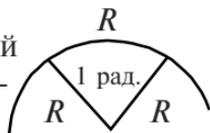


$$v_A \neq v_{A'}; v_B \neq v_{B'}$$

$$\boxed{\omega = \frac{\varphi}{\Delta t}}$$
 — угловая скорость

$$[\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Радян — центральный угол, длина дуги которого равна R



Во всей окружности содержатся $\frac{2\pi R}{R} = 2\pi$ рад

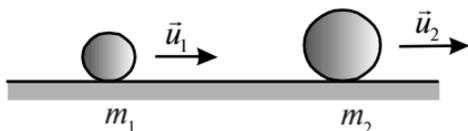
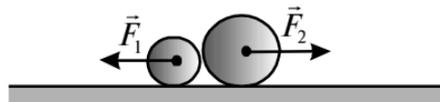
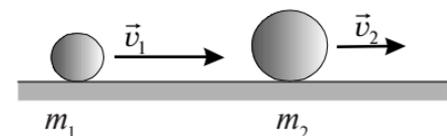
Пусть за t сек. диск сделал n оборотов

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ оборот} - 2\pi \text{ рад} \\ n \text{ оборот} - 2\pi n \text{ рад} \end{array} \right\} \Rightarrow \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi n}{t} = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{n}{t} = \nu - \text{частота вращения (число оборотов в сек.)} [\nu] = \frac{1}{\text{с}} = \Gamma\text{ц} \\ \frac{t}{n} = T - \text{период обращения (время 1 оборота)} [T] = \text{с} \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{1}{\nu}$$

$$\boxed{v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu = \omega R}$$

①



$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{u} - \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{u} - m\vec{v}$$

импульс силы изменение импульса тела

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

$$m_1 \vec{u}_1 - m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{u}_2 + m_2 \vec{v}_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

$p = mv$ — импульс тела

21,22

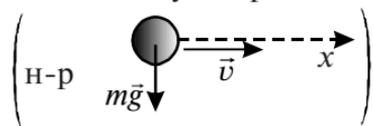
$$\sum \vec{P}_{\text{до взаим.}} = \sum \vec{P}_{\text{после взаим.}}$$

Векторная сумма импульсов тел ... <стр. 80>.

② **Когда можно применять закон сохранения импульса:**

- в замкнутой системе всегда
- в незамкнутой системе (действ. внешн. силы) в случаях:

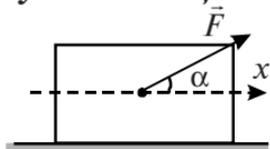
- 1) внешние силы уравниваются (н-р \vec{N} и $m\vec{g}$)
- 2) внешние силы малы по сравн. с внутр. (н-р $\vec{F}_{\text{тр}} \rightarrow 0$)
- 3) внешние силы по искомому направл. отсутствуют



- 4) внешние силы велики, но $t_{\text{взаим.}} \rightarrow 0$ (взрывы, выстрелы, удары...)

К 9/10 МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА И МОЩНОСТЬ

① Формула. Единица измерения

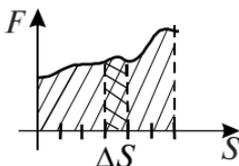
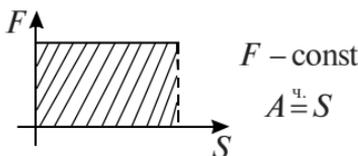


$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos(\vec{F}, \vec{S})$$

$$\vec{F} - \text{const} \quad [A] = \text{H} \cdot \text{м} = \text{Дж}$$

Если: $\alpha = 0 \rightarrow \cos \alpha = 1 \Rightarrow A = F \cdot S$ α — острый, то $A > 0$
 $\alpha = 90^\circ \rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow A = 0$ α — тупой, то $A < 0$

② Графическое изображение работы

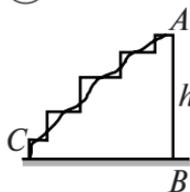


$$\Delta A \stackrel{u}{=} \Delta S$$

$$\sum \Delta A \stackrel{u}{=} \sum \Delta S$$

$$A \stackrel{u}{=} S$$

③ Работа силы тяжести



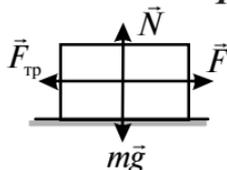
$$A_{AB} = mgh$$

$$A_{AC} = mgh_1 + mgh_2 + \dots + mgh_n =$$

$$= mg(h_1 + h_2 + \dots + h_n) = mgh$$

A_{mg} не зависит от формы траектории

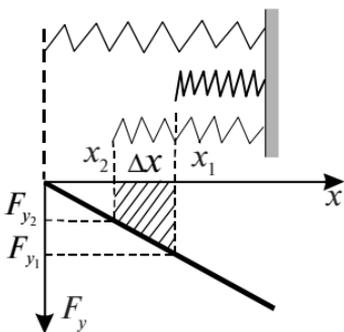
④ Работа силы трения



$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot \cos(\vec{F}_{\text{тр}}, \vec{S}) =$$

$$= -F_{\text{тр}} \cdot S$$

④ Работа силы упругости



$$A \stackrel{u}{=} S = \frac{F_{y1} + F_{y2}}{2} \cdot \Delta x = \frac{kx_1 + kx_2}{2} \cdot \Delta x =$$

$$= \frac{k}{2} (x_1 + x_2)(x_1 - x_2)$$

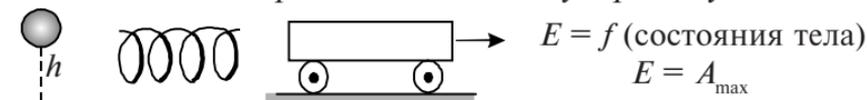
$$A_y = \frac{k}{2} (x_1^2 - x_2^2)$$

⑤ Мощность — работа, совершенная в единицу времени

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S \cdot \cos \alpha}{t} = F \cdot v_{\text{cp}} \cdot \cos \alpha$$

$$[N] = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}$$

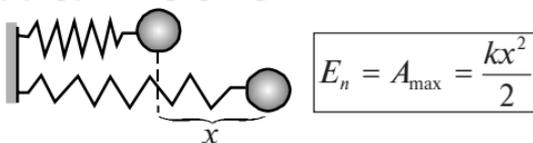
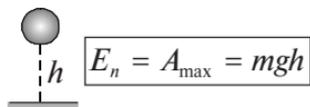
1) **Энергия** — величина, характеризующая способность тела или системы тел совершать механическую работу



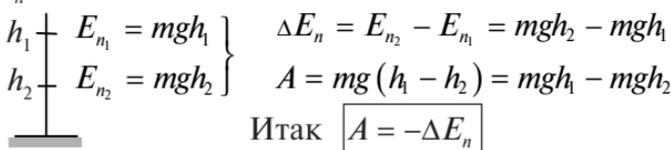
2) **Потенциальная энергия** — энергия взаимодействия

а) поднятого тела

б) упруго деформир. тела

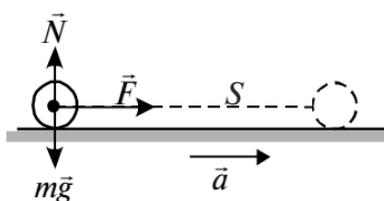


в) СВЯЗЬ A и ΔE_n



г) относит. хар-р E_n — зависит от выбора нулевого уровня

3) **Кинетическая энергия** — энергия движения



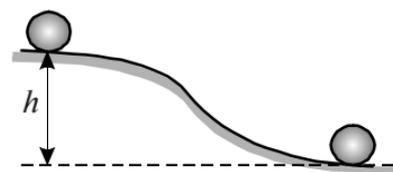
$$A = F \cdot S = ma \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{mv^2 - mv_0^2}{2} \quad (1)$$

Если $v_0 = 0$, то $A_{\max} = \frac{mv^2}{2}$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Из (1): $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow A = \Delta E_k$ — теорема о E_k

4) **Закон сохранения энергии**



$$\Delta E_n = -A_{\text{внут}}$$

$$\Delta E_k = A_{\text{внут}} + A_{\text{внеш}}$$

$$\Delta E = \Delta E_n + \Delta E_k = A_{\text{внеш}}$$

$$\Delta E = A_{\text{внеш}} \quad \text{— з.с.э. для незамкн. системы}$$

Если $\begin{cases} A_{\text{внеш}} = 0 \\ F_{\text{трвнут}} = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow E_1 = E_2$ — з.с.э. для замкнут. системы

① **Свободные колебания** — <стр. 90>

колебат. система — <стр. 90>

Условия свободных колебаний:

- все к.с. имеют П.У.Р.
- при выведении из П.У.Р. — $F_{рез.}$ к П.У.Р.
- П.У.Р. вследствие инертности
- $F_{тр} \rightarrow 0$

~ физ. величины:
 x, F, a, v

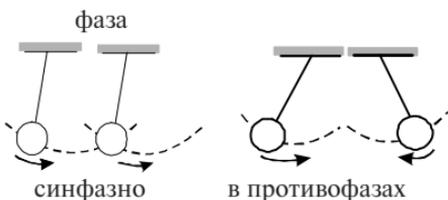
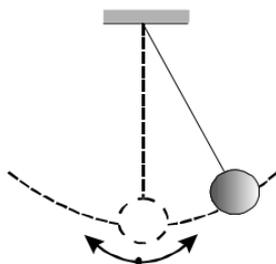
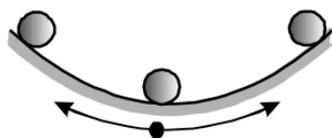
24-26

постоянные величины

T — период [с] — <стр. 94>

ν — частота [с⁻¹] = Гц — <стр. 94>

A — амплитуда — <стр. 93>



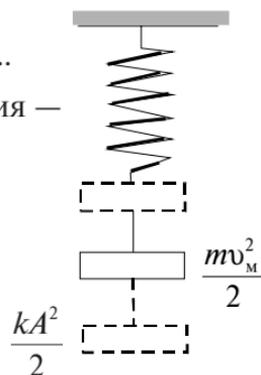
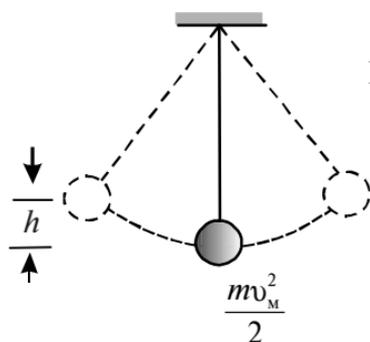
② **Превращение энергии при колебательном движении**

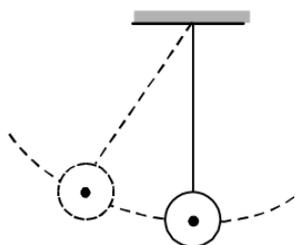
$$E_{п} \rightarrow E_k \rightarrow E_{п} \rightarrow \dots$$

Реальные колебания —
затухающие

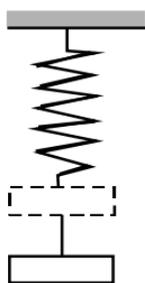
$$mgh$$

28





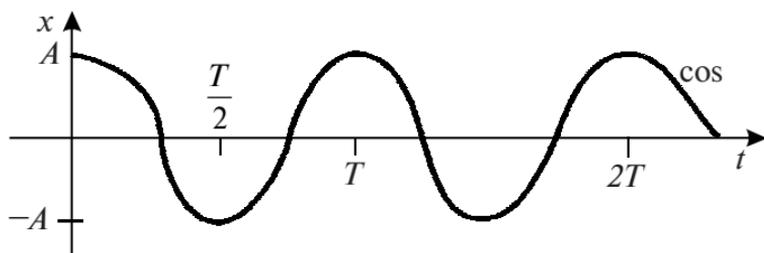
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$



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

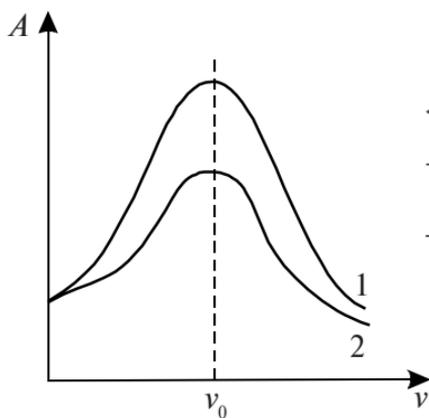


$F \sim -x$ — гармонические — <стр. 97>
описываются функциями \sin и \cos — <стр. 99>



ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ. РЕЗОНАНС

 <стр. 103> $\nu_{\text{вын.}} = \nu_{\text{внеш. силы}}$



При $\nu_{\text{вын.}} = \nu_0$ — резонанс — <стр. 106>

- + маленькой силой получить большой размах
- разрушение мостов, вибрация фундаментов, самолет. крыльев



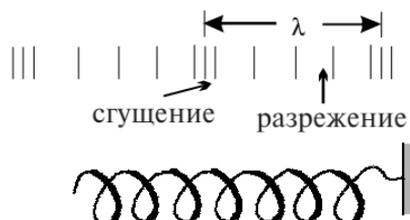
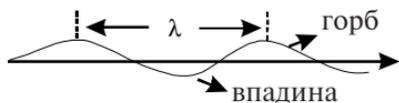
$$f_{\text{гр1}} < f_{\text{гр2}}$$

Процесс распротр. колебаний в среде с течением времени

Причины $\begin{cases} \rightarrow f_{\text{упр.}} \\ \rightarrow \text{инертность частиц} \end{cases}$

Поперечные — <стр. 110>
(в тв. телах, на поверхности ж.)

Продольные — <стр. 110>
(в газах, жидкостях, тв. телах)



λ — длина волны — <стр. 113>

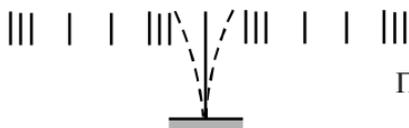
31-33

$$v_{\text{в}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$$

$$v_{\text{в}} = f \text{ (св-в среды)}$$

ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ

инфразвук $\leftarrow \nu \div 20 \text{ Гц} - 20 \text{ кГц} \rightarrow$ ультразвук



Причины $\begin{cases} \rightarrow \text{вибрация источника звука} \\ \rightarrow \text{упругость среды} \end{cases}$

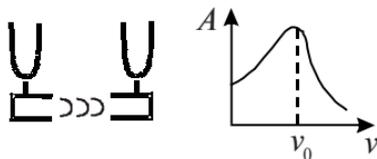
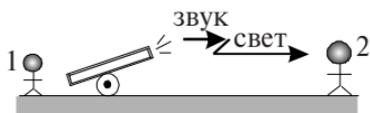
ЗВУК



характеризуется громкостью (A) и высотой тона (ν)

ν звука:

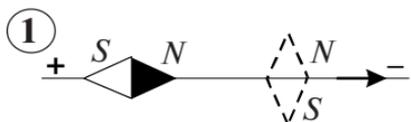
Акустический резонанс



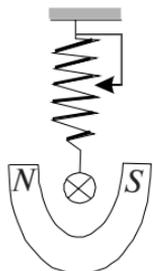
$$\nu = 340 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$\nu_{\text{возд.}} < \nu_{\text{жидк.}} < \nu_{\text{тв.}}$$

34-38, 40

①  — Эрстед (дат.) — вокруг проводника с током существ. магн. поле

② **Индукция магнитного поля**



$$F \sim I \cdot \Delta l$$

$$\frac{|F|}{I \cdot \Delta l} = \text{const} = B \text{ — <стр. 156>}$$

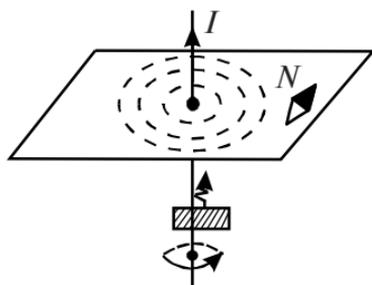
47

$$\vec{B} \uparrow \uparrow \blacklozenge N$$

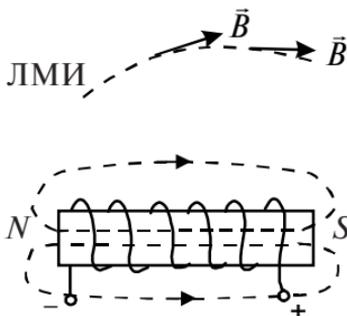
$$[B] = \frac{H}{A \cdot m} = \text{Тл (Тесла)}$$

③ **Линии магнитной индукции (ЛМИ)** — <стр.156>

- замкнуты
- не пересекаются



43-45



Правило буравчика:

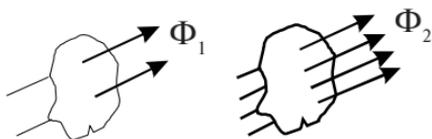
жало $\uparrow \uparrow I$, вращ. рукоят. $\uparrow \uparrow$ ЛМИ

Правило правой руки:

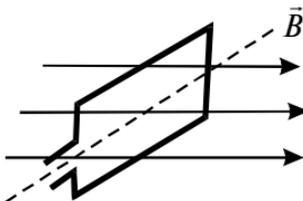
пальцы $\uparrow \uparrow I$, отставленный б/палец $\uparrow \uparrow$ ЛМИ

④ **Магнитный поток**

$$\Phi \sim B \cdot S$$



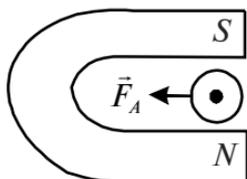
$$\Phi_2 > \Phi_1$$



48

$\Delta \Phi$ через S контура

① **Сила Ампера** (на проводник в м/поле)

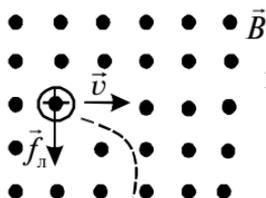


направление — правило левой руки —
<стр. 150>

$$F_A = f(B, I, \Delta l, \alpha)$$

46

② **Сила Лоренца** (на заряженную частицу в м/поле)

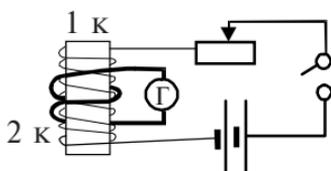
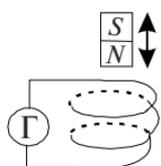


направление f_L — <стр. 151>

$$f_L = f(B, v, q, \alpha)$$

ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

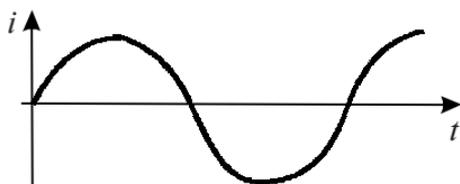
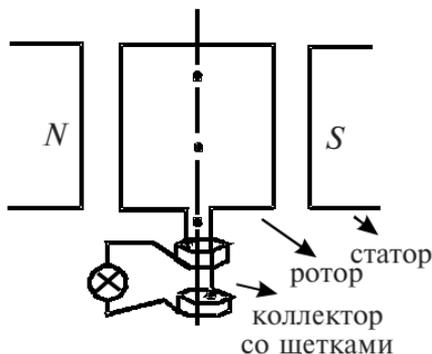
I_i возникает при $\Delta\Phi$ через S контура



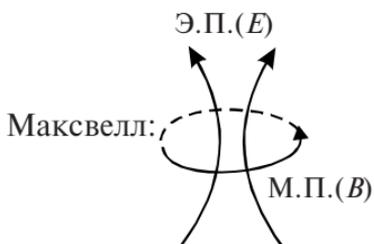
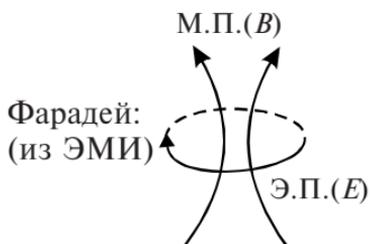
- 1 к ↔ 2 к
- ↻
- ΔI в к 1
- сердечник \updownarrow

49,54

ИНДУКЦИОННЫЙ ГЕНЕРАТОР



переменный ток
 $\nu = 50$ Гц



~ маг. поле → ~ эл. поле

~ элект. поле → ~ маг. поле

(Характеристика эл. поля $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ \vec{F})

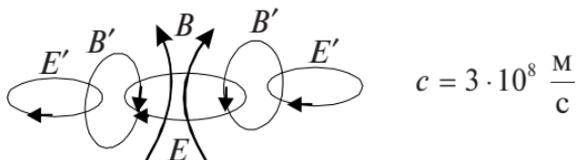
Итак $\sim B \rightarrow \sim E \rightarrow \sim B \rightarrow \dots$
 э/м поле

51

источник э/м поля — q ,двигающийся с ускорением

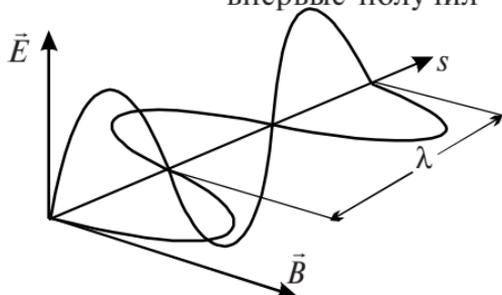
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

процесс распространения э/м поля



теоретически — Максвелл
 впервые получил — Герц

52



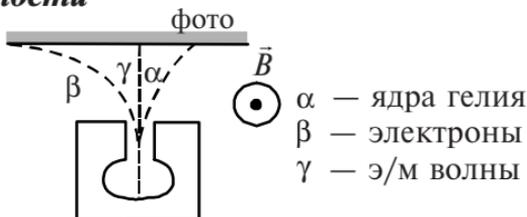
$\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$

Шкала э/м волн

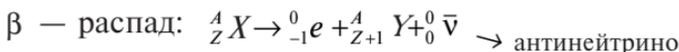
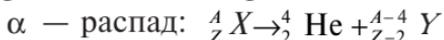


① **Явление радиоактивности**

- 1896 г.
 — А. Беккерель
 — М. и П. Кюри
 — Э. Резерфорд

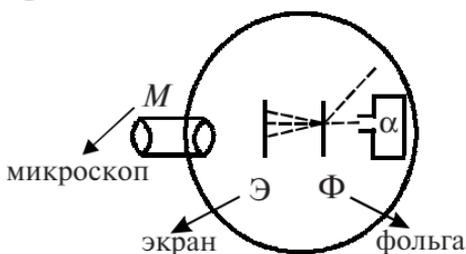


Причина — самопроизвольный распад ядер



55,57
63

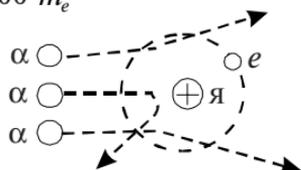
② **Опыт Резерфорда по рассеиванию α -частиц**



« α » — ядра гелия

$v_\alpha = 20\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

$m_\alpha = 8000 m_e$



Выводы Резерфорда:

атом — ядро + \bar{e}

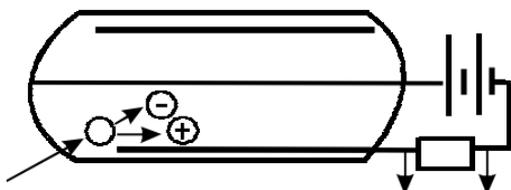
$q_\alpha = +ze$

m_α соизмер. с $m_{\text{атома}}$

$d_\alpha \sim 10^{-12} - 10^{-13}$ см

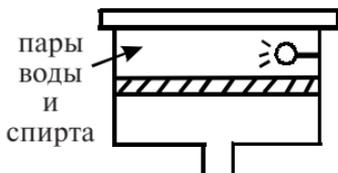
56

③ **Счетчик Гейгера**



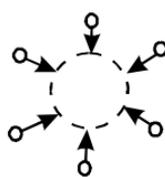
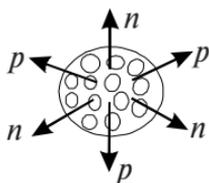
58

④ **Камера Вильсона**



поршень $\downarrow \Rightarrow p \downarrow \Rightarrow f \downarrow \Rightarrow$
 пар пересыщен
 ионы-центры
 конденсац. \rightarrow трек

① Энергия связи. Дефект массы



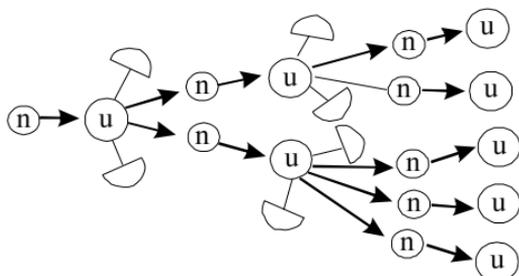
э.с. — «E», необх. для расщепл. ядра на нуклоны или выд-ся при образовании ядра из нуклонов

$$E_0 = mc^2 \Rightarrow \Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

65

$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$ — дефект массы

② Деление ядер урана



1939 г. — Ган, Штрассман
1942 г. — Э. Ферми
1946 г. — И. В. Курчатов

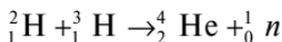
66,67

$$(E_{1 \text{ г у}} = E_{3 \text{ т угля}} = E_{2,5 \text{ т нефти}})$$

Условия ц.я.р.:

- определенные атомы (ядерное горючее)
 - коэфф. размнож. «n» ($k < 1$ — затухает, $k > 1$ — взрыв, $k = 1$ — спокойное течение)
 - критич. масса (для урана 50 кг, при наличии замедлителя и отражателя «n» — 800 г)
- ↙ ↘ ↙ ↘
 вода графит Ве графит

③ Термоядерные реакции



нужна большая t° для преодоления отталкив. нуклонов
проблема — управляемая реакция

72

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ



КИНЕМАТИКА ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

1. *Что называется механическим движением?*
2. *Какова основная задача механики?*
3. *Какое движение называется поступательным?*
4. *Что такое материальная точка? Привести пример.*
5. *Что такое система координат для чего она служит?*
6. *Что входит в понятие системы отсчета?*
7. *Что такое пройденный путь и перемещение? В чем принципиальное отличие этих понятий?*
8. *Дать определение равномерного прямолинейного движения.*
9. *Что называется скоростью равномерного прямолинейного движения?*
10. *Привести формулы равномерного движения.*
11. *В чем заключается относительность движения?*
12. *Привести пример на относительность движения.*
13. *Как связаны между собой перемещения и скорости относительно подвижной и неподвижной систем отсчета?*
14. *Что называется равнопеременным движением?*
15. *Определение, формула и единица ускорения.*
16. *Куда направлено ускорение?*
17. *Формулы скорости, перемещения, разности квадратов скоростей равнопеременного движения.*

ДИНАМИКА

1. *Общие задачи динамики.*
2. *При каком условии тело находится в покое? В состоянии равномерного прямолинейного движения?*
3. *Что такое инерция?*
4. *Приведите пример тела, которое движется по инерции.*
5. *Формулировка I закона Ньютона.*
6. *Что такое инерциальные и неинерциальные системы отсчета?*
7. *Какова причина ускорения? Привести пример.*

8. Какова особенность взаимодействия тел?
9. Какое тело называется более инертным? менее инертным?
10. Определение и единица массы.
11. Какими способами можно измерить массу тела?
12. Формула и единица силы.
13. Формулировка II закона Ньютона.
14. Формулировка III закона Ньютона.
15. Какими качествами должны обладать силы взаимодействия?
16. Привести примеры проявления III закона Ньютона.

КВВК-3

СИЛЫ ПРИРОДЫ

1. Какие вы знаете два вида взаимодействия в механике?
Привести примеры.
2. В чем суть электромагнитных сил?
3. Чему равна и как направлена сила упругости?
4. Что называется жесткостью? Приведите пример тел, обладающих разной жесткостью.
5. Что называется весом тела?
6. Равны ли сила тяжести и вес тела? Рассмотрите разные ситуации.
7. Что такое невесомость? Как в земных условиях побывать в этом состоянии?
8. Какие бывают виды сил трения?
9. Формула силы трения.
10. Причины возникновения силы трения.
11. Трение полезно или вредно? Ответ обосновать на примерах.
12. Приведите примеры, когда специально увеличивают силу трения? Когда ее уменьшают?
13. Формулировка и формула закона всемирного тяготения.
14. Чему равна гравитационная постоянная? Какой ее физический смысл?
15. Пределы применимости закона всемирного тяготения.

16. Что такое сила тяжести? Какими формулами ее можно выразить?

КВВК-4

КИНЕМАТИКА КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

- 1. Чем принципиально отличаются прямолинейное и криволинейное движение друг от друга?**
- 2. Формула и направление центростремительного ускорения.**
- 3. Определение, формула и единица угловой скорости.**
- 4. Что называется радианом? Сколько радиан содержится в окружности?**
- 5. Определение, формула и единица частоты.**
- 6. Определение, формула и единица периода.**
- 7. Формула, связывающая линейную скорость и период.**
- 8. Формула, связывающая линейную скорость и частоту.**
- 9. Формула, связывающая линейную скорость и угловую.**
- 10. Формула, связывающая частоту и период.**
- 11. Формула, связывающая угловую скорость и частоту.**
- 12. Формула, связывающая угловую скорость и период.**

КВВК-5

ИМПУЛЬС ТЕЛА. МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ

- 1. Формулировка закона сохранения импульса.**
- 2. Когда можно применять закон сохранения импульса?**
- 3. В чем суть реактивного движения?**
- 4. Формула I космической скорости; ее численное значение.**
- 5. Формула и единица механической работы.**
- 6. Как найти работу графически?**
- 7. Формула работы силы тяжести и ее особенность.**
- 8. Формула работы силы упругости.**
- 9. Формула и единица мощности.**
- 10. Определение энергии.**

11. *Примеры тел, обладающих энергией. Как найти энергию в общем виде?*

12. *Формулы потенциальной энергии поднятого тела и упруго деформированного тела.*

13. *Формула кинетической энергии.*

14. *Связь совершенной работы и изменений потенциальной и кинетической энергии.*

15. *Формула закона сохранения энергии для замкнутой и незамкнутой систем.*

КВВК-6

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

1. *Определение свободных колебаний. Привести примеры колебательных систем.*

2. *Условия свободных колебаний.*

3. *Определение и единица измерения периода колебаний.*

4. *Определение и единица измерения частоты колебаний.*

5. *Определение и единица измерения амплитуды.*

6. *Какие превращения энергии наблюдаются при колебательном движении? Рассказать на каком-либо примере.*

7. *Формулы периодов колебаний математического и пружинного маятников.*

8. *Что называется резонансом?*

9. *Привести примеры положительного и отрицательного проявления резонанса.*

10. *Что называется механической волной?*

11. *Каковы причины возникновения волн?*

12. *Определение и внешний вид поперечной волны.*

13. *Определение и внешний вид продольной волны.*

14. *Что называется длиной волны?*

15. *Формулы скорости волн. От чего зависит скорость волны?*

16. *Что называется звуковыми волнами? инфразвуком? ультразвуком?*

17. *Какими величинами характеризуется музыкальный звук?*

18. В каких средах распространяется звук? В какой среде эта скорость больше? меньше?

КВВК-7

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

- 1. В чем суть опыта Эрстеда?**
- 2. Формула, единица и направление индукции магнитного поля.**
- 3. Определение и свойства линий магнитной индукции.**
- 4. Правило буравчика.**
- 5. Правило правой руки.**
- 6. Формула магнитного потока. Что он характеризует?**
- 7. Физический смысл и формула силы Ампера.**
- 8. Физический смысл и формула силы Лоренца.**
- 9. Направление силы Ампера и силы Лоренца.**
- 10. Условие возникновения индукционного тока.**
- 11. Привести примеры возникновения индукционного тока.**
- 12. Основные части индукционного генератора и их назначение.**
- 13. Что такое электромагнитное поле?**
- 14. Что называется электромагнитными волнами?**
- 15. Нарисовать график электромагнитной волны.**
- 16. Формулы, связывающие длину электромагнитной волны с ее периодом и частотой.**

КВВК-8

СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

- 1. В чем суть опыта Резерфорда?**
- 2. Что представляют собой α -, β - и γ -лучи?**
- 3. Какие выводы сделал Резерфорд после опыта по рассеиванию α -частиц?**
- 4. Чему равен заряд, масса и диаметр ядра?**
- 5. Какой прибор позволяет регистрировать элементарные частицы, а какой — определять параметры частиц?**

6. *Из каких частиц состоит ядро? Как эти частицы удерживаются в ядре?*
7. *Какое количество ядерных частиц в ядре?*
8. *Что такое изотопы? Привести пример изотопов.*
9. *Что называется энергией связи атомных ядер?*
10. *Что такое дефект массы атомных ядер?*
11. *В чем суть цепной ядерной реакции?*
12. *Перечислите условия цепной ядерной реакции.*
13. *В каком случае цепная ядерная реакция идет спокойно (например, на атомной станции), а в каком случае — ядерный взрыв?*
14. *Что такое термоядерная реакция? Как ее в принципе осуществить?*

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ



КИНЕМАТИКА

Д 9/1

I группа

1. Тело начинает двигаться со скоростью 4 м/с. Чему будет равна его скорость через 2 с, если ускорение движущегося тела 5 м/с^2 ?

2. Автомобиль начинает двигаться с ускорением 3 м/с^2 . Чему будет равна его скорость через 5 с?

3. Определить скорость трамвая через 5 с после начала торможения, если начальная его скорость 6 м/с, а ускорение $0,1 \text{ м/с}^2$.

4. Какой путь пройдет тело, двигаясь с начальной скоростью 3 м/с в течение 10 с, если ускорение его 1 м/с^2 ?

5. Какой путь пройдет автомобиль за 0,5 мин, начав двигаться с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$?

6. При аварийном торможении автомобиль, двигающийся со скоростью 20 м/с, остановился через 5 с. Найти тормозной путь автомобиля, если его ускорение 6 м/с^2 .

7. Трамвай, отходя от остановки, движется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. На каком расстоянии от начала движения скорость трамвая достигнет 15 м/с?

8. Тело, двигаясь из состояния покоя, на пути 50 см приобретает скорость 15 м/с. С каким ускорением двигалось тело?

9. Поезд метро тормозит, имея ускорение 1 м/с^2 . Начальная скорость его 20 м/с. Определить скорость поезда через 14 с после начала торможения.

10. Велосипедист, движущийся со скоростью 3 м/с, начинает спускаться с горы с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Найти длину горы, если спуск занял 6 с.

Д 9/2

II/III группы

1. При обгоне автомобиль стал двигаться с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$ и через 5 с достиг скорости 23 м/с. Найти начальную скорость и путь, пройденный автомобилем.

2. За 40 с поезд уменьшил свою скорость от 30 м/с до 10 м/с. Какой путь прошел он за это время? Найти ускорение поезда.

3. Поезд движется от остановки и проходит 30 м за 10 с. Какую скорость приобрел поезд в конце этого пути?

4. Поезд двигался со скоростью 54 км/ч. При торможении до полной остановки он прошел 500 м. Определите ускорение и время движения.

5. Ружейная пуля движется внутри ствола длиной 60 см в течение 0,004 с. Найти скорость пули при вылете из ствола и ускорение ее движения внутри ствола.

6. Катер движется со скоростью 72 км/ч. При торможении до полной остановки он прошел 200 м. Определите ускорение и время торможения.

7. С какой скоростью двигался поезд до начала торможения, если при торможении он прошел до остановки 225 м с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Найти время торможения.

8. Цирковой артист при падении в сетку имел скорость 9 м/с. С каким ускорением и сколько времени происходило торможение, если до полной остановки артиста сетка прогнулась на 1,5 м?

9. Автомобиль, двигаясь с ускорением 2 м/с^2 , за 5 с прошел 125 м. Найти начальную скорость автомобиля.

10. Шарик скатывается по желобу длиной 1,25 м с ускорением $1,6 \text{ м/с}^2$. Какова скорость шарика в конце желоба и сколько времени продолжался спуск?

КИНЕМАТИКА

Т 9/1

I группа

1. Какую скорость приобретает ракета за 1 мин, двигаясь из состояния покоя с ускорением 60 м/с^2 ?

2. Троллейбус, двигавшийся со скоростью 16 м/с, останавливается в течение 6 с. Найти тормозной путь, если ускорение при торможении 4 м/с^2 .

3. За какое время мотоциклист, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, достигнет скорости 12 м/с?

4. Какой путь пройдет электрокар за 8 с, двигаясь из состояния покоя с ускорением 3 м/с^2 ?

5. За время 7 с до въезда на мост автомобиль, двигавшийся со скоростью 72 км/ч, начал тормозить. Ускорение при торможении 2 м/с^2 . С какой скоростью автомобиль въехал на мост?

6. Тормозной путь автомобиля, движущегося по шоссе со скоростью 25 м/с , равен 52 м . Определить ускорение во время торможения.

7. Какую скорость разовьет мотороллер, пройдя из состояния покоя путь 200 м с ускорением 1 м/с^2 ?

8. Какой путь пройдет тело из состояния покоя за 10 мин , если ускорение его $0,5 \text{ м/с}^2$?

9. Электропоезд при торможении движется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$ и останавливается через 1 мин после начала торможения. Найти начальную скорость.

10. В начале отсчета времени скорость электропоезда была $28,8 \text{ км/ч}$, а затем на пути 1280 м равноускоренного движения она увеличилась в 3 раза. С каким ускорением двигался электропоезд на этом участке пути?

11. Велосипедист за первые пять секунд от начала движения прошел путь $7,5 \text{ м}$. С каким ускорением он двигался?

12. Вагонетка из состояния покоя начала двигаться с ускорением $0,25 \text{ м/с}^2$ и достигла скорости 2 м/с . Определить путь, который прошла вагонетка.

13. Найти скорость локомотива через 2 с после начала торможения, если начальная скорость локомотива 36 км/ч , а его ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$.

14. Лыжник спускается с горы за 25 с . Начальная скорость его 18 км/ч , а ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Найти длину горы.

15. Вагон наехал на тормозной башмак в тот момент, когда его скорость равнялась 9 км/ч . Через 4 с вагон остановился. Найти путь, пройденный вагоном при торможении, если ускорение вагона $0,625 \text{ м/с}^2$.

Т 9/2

II группа

1. Трамвай двигался со скоростью 12 м/с и был заторможен в течение 1 мин . Найти длину тормозного пути, считая движение трамвая равнозамедленным.

2. Самолет для взлета должен иметь скорость 100 м/с . Определить время разбега и ускорение, если длина разбега 600 м .

3. Автомобиль движется со скоростью $v_1 = 25$ м/с. На пути 40 м производится торможение, после чего скорость его уменьшается до $v_2 = 15$ м/с. Считая движение автомобиля равнозамедленным, найти ускорение и время торможения.

4. Теплоход, двигаясь равноускоренно из состояния покоя с ускорением $0,1$ м/с², достигает скорости 18 км/ч. За какое время эта скорость достигнута? Какой путь он пройдет за это время?

5. Мотоциклист, двигаясь из состояния покоя, проходит 1 км пути с ускорением $0,8$ м/с². Найти время разгона мотоциклиста и его скорость в конце этого пути.

6. Акула и подводная лодка начали двигаться одновременно в одном направлении: лодка равномерно со скоростью 32 км/ч, а акула равноускоренно с ускорением $0,2$ м/с². На каком расстоянии друг от друга они будут через 0,5 мин?

7. Лифт в момент пуска движется с постоянным ускорением $1,6$ м/с², затем в течение 3 с равномерно со скоростью 1 м/с. Определить время и высоту подъема.

8. Автомобиль при движении со скоростью 36 км/ч останавливается торможением в течение 2 с. Какое ускорение получает автомобиль при торможении и какое расстояние он проходит до остановки?

9. Санки скатываются с горы длиной 72 м в течение 12 с. Определить ускорение санок и скорость их в конце пути.

10. Поезд прошел от станции расстояние 1,5 км. За это время он развил скорость 54 км/ч. Определить время разгона и ускорение поезда.

11. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, ударилась в деревянную балку и углубилась в нее на 20 см. С каким ускорением двигалась пуля внутри доски? На какой глубине скорость пули уменьшилась в 2 раза?

12. По полу катится шар. Начальная скорость его 1,6 м/с, а ускорение — 16 см/с². Через сколько секунд шар остановится? Как далеко он прокатится?

13. Тело, двигаясь из состояния покоя, достигло скорости 50 м/с, пройдя путь 50 м. Определить время, за которое тело прошло этот путь.

14. Какой путь пройдет катер, если он будет двигаться 5 с с постоянной скоростью 10 м/с, а затем 5 с с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?

15. Трамвай двигался со скоростью 12 м/с и был заторможен в течение 1 мин. Найти длину тормозного пути, считая движение трамвая равнозамедленным.

Т 9/3

III группа

1. Поезд, идущий со скоростью 43,2 км/ч, прошел после начала торможения до остановки 180 м. Через сколько времени поезд остановится и с каким ускорением он двигался во время равнозамедленного движения?

2. Скорость электропоезда за 50 с возросла с 18 км/ч до 108 км/ч. Какое расстояние поезд прошел за это время? Движение поезда считать равноускоренным.

3. Шарик скатывается с наклонного желоба из состояния покоя. За первую секунду он прошел 5 см. Какое расстояние пройдет шарик за 4 с?

4. Теплоход, двигаясь равноускоренно из состояния покоя с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$, достигает скорости 18 км/ч. За какое время эта скорость достигнута? Какой путь за это время пройден?

5. Путь 1 км мотоциклист, двигаясь из состояния покоя, проходит с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. За какое время этот путь пройден? Какова скорость в конце этого пути?

6. Тормозной путь автомобиля, движущегося по сухому асфальту со скоростью 15 км/ч, равен 1,5 м. Каков тормозной путь автомобиля, если его скорость равна 90 км/ч? Ускорение в обоих случаях одинаково.

7. Прыгая с вышки, пловец погрузился в воду на глубину 2 м за 0,4 с. С каким ускорением двигался пловец в воде?

8. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?

9. Имея начальную скорость 36 км/ч, троллейбус за первые 10 с прошел 120 м. С каким ускорением двигался троллейбус и какова его скорость в конце пути?

10. Сани начинают двигаться вниз по горе с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Длина горы 40 м. Скотившись с горы, санки продолжают двигаться равномерно и останавливаются через 8 с. Определить ускорение санок и путь, пройденный во время равнозамедленного движения.

11. С каким ускорением движется тело, если за шестую секунду оно прошло путь, равный 11 м? Начальная скорость равна нулю.

12. Автомобиль, пройдя от остановки равноускоренно некоторый путь, достиг скорости 25 м/с. Какова была его скорость в средней точке этого пути?

13. Тело, двигаясь из состояния покоя с ускорением 5 м/с^2 , достигло скорости 30 м/с, а затем, двигаясь равномерно, остановилось через 10 с. Определить путь, пройденный телом за все время движения.

14. По одному направлению из одной точки одновременно начали двигаться два тела: одно равномерно со скоростью 980 см/с, а другое — равноускоренно без начальной скорости и с ускорением $9,8 \text{ см/с}^2$. Через какое время второе тело догонит первое?

15. Реактивный самолет летит со скоростью $v_0 = 720 \text{ км/ч}$. С некоторого момента времени самолет движется с ускорением в течение 10 секунд и в последнюю секунду проходит путь 295 м. Определить ускорение и конечную скорость самолета.

ДИНАМИКА

Д 9/3

I группа

1. Тело движется по горизонтальной площадке с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$. Масса тела 20 кг. Чему равна сила тяги?

2. Буксир везет баржу массой 32 т с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тяги, если сила сопротивления 600 Н?

3. Определить силу торможения танка массой 60 т, если ускорение при торможении $0,01 \text{ м/с}^2$.

4. С какой силой надо тянуть ящик массой 20 кг по полу с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, если сила сопротивления движению 5 Н?

5. С какой силой груз в 10 кг давит на подставку, если она вместе с грузом движется вверх равноускоренно с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$?

6. Определить силу торможения катера массой 3 т, замедляющего свое движение с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$.

7. Клетка подъемной машины массой 300 кг движется вертикально вниз равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 . Чему равна сила натяжения каната?

8. Определить силу тяги вагонетки массой 200 кг, движущейся с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, если сила сопротивления движению 60 Н.

Д 9/4

II группа

1. Вагонетка массой 0,2 т движется с ускорением 4 м/с^2 под действием усилия рабочего. С какой силой рабочий толкает вагонетку, если коэффициент трения 0,6?

2. Тело останавливается под действием трения. Чему равно при этом ускорение, если коэффициент трения 0,2?

3. На рис. 1 представлен график скорости движения тела массой 500 кг по горизонтальному пути. Чему равна сила тяги, если коэффициент трения 0,07?

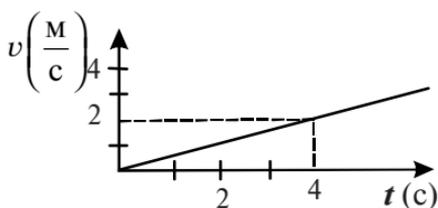


Рис. 1

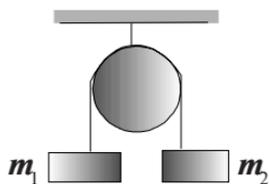


Рис. 2

4. Лошадь развивает мускульную силу 600 Н. Какова масса перевозимых саней с поклажей, если ускорение саней $2,5 \text{ м/с}^2$, а коэффициент трения 0,05?

5. Найти вес летчика-космонавта массой 75 кг при старте с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением 12 м/с^2 .

6. Хоккейная шайба, скользящая по поверхности льда равнозамедленно, остановилась, пройдя 50 м. Определить начальную скорость, если коэффициент трения 0,1.

7. Определить ускорение и силу натяжения нити*, если $m_1 = 8$ кг, $m_2 = 12$ кг (рис. 2).

8. После толчка вагон остановился, пройдя по горизонтали 60 м за 20 с. Каков коэффициент трения?

Д 9/5

III группа

1. Троллейбус массой 10 т, трогаясь с места, на пути в 50 м приобрел скорость 10 м/с. Найти коэффициент сопротивления, если сила тяги равна 14 кН.

2. Лодку толкнули со скоростью 6 м/с. Какой путь она пройдет до остановки, если коэффициент трения 0,9?

3. Два связанных нитью тела $m_1 = 14$ кг, $m_2 = 16$ кг находятся на горизонтальном столе (рис. 3). При приложении к первому телу силы $F = 180$ Н тела двигаются равноускоренно. Коэффициенты трения тел одинаковы и равны 0,4. Найти ускорение и силу натяжения нити.

4. По горизонтальному столу движется тело $m_1 = 7$ кг (рис. 4). Коэффициент трения 0,2. К нему привязана нить, второй конец которой переброшен через блок и привязан ко второму телу $m_2 = 3$ кг. С каким ускорением движется эта система тел и чему равна сила натяжения нити?



Рис. 3

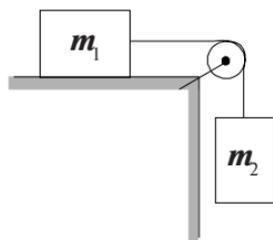


Рис. 4

5. Найти силу, необходимую для подъема и спуска витринного стекла объемом 4 дм³ с ускорением 3 м/с².

* В этой и в последующих задачах нити считать невесомыми и нерастяжимыми, блоки считать невесомыми, трением в осях блоков пренебречь.

6. Автодрезина везет равноускоренно две платформы. Сила тяги $1,78$ кН. Масса первой платформы 12 т, второй 8 т. С какой силой натянута сцепка между платформами? Силой трения пренебречь.

7. Найти ускорение, если масса всех тел одинакова (рис. 5).

8. Из шахты поднимается бадья массой 500 кг и в первые 10 с от начала равноускоренного движения проходит 20 м. Какова сила натяжения каната, на котором поднимается бадья?

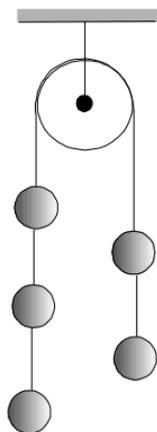


Рис. 5

ДИНАМИКА

Т 9/4

I группа

1. Электровоз везет поезд с ускорением $0,1$ м/с². Масса поезда 60 т. Сила сопротивления движению 4100 Н. Найти силу тяги.

2. Автомобиль массой $1,2$ т движется с места с ускорением $0,8$ м/с². Какую силу тяги развивает мотор при этом движении, если коэффициент трения $0,02$?

3. Определить силу торможения поезда массой 400 т, если ускорение при торможении $0,1$ м/с².

4. Поезд массой 1000 т движется по горизонтальному пути с ускорением $0,2$ м/с². Определить силу тяги паровоза, если коэффициент трения $0,005$.

5. Автомобиль массой $1,5$ т при торможении движется с ускорением 3 м/с². Какова сила торможения?

6. В лифте находится пассажир массой 50 кг. Найти силу давления пассажира на пол при спуске лифта с ускорением 1 м/с².

7. Тело массой 5 кг лежит на горизонтальной площадке. Какую силу надо приложить к телу в горизонтальном направлении, чтобы сообщить ему ускорение 2 м/с², если коэффициент трения $0,1$?

8. Тело останавливается под действием силы трения. Чему равно при этом ускорение, если коэффициент трения $0,1$?

9. Найти вес летчика-космонавта массой 70 кг при старте с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением 15 м/с^2 .

10. Тело останавливается под действием силы 12 Н. Определить массу этого тела, если ускорение при торможении 2 м/с^2 .

11. Автомобиль массой 1000 кг, двигаясь из состояния покоя, проходит за время $t = 5 \text{ с}$ путь 50 м. Чему равна сила тяги автомобиля, если сила трения 500 Н?

12. Груз массой 0,5 кг подвешен на динамометре. Какими будут показания динамометра, если груз поднимают вверх с постоянным ускорением 3 м/с^2 ?

13. Поезд массой 1500 т увеличил свою скорость от 5 м/с до 10 м/с в течение 50 с. Определить силу, сообщающую поезду ускорение. Трением пренебречь.

14. Трамвай массой 5 т трогается с места и на пути 50 м развивает скорость 36 км/ч. Чему равна сила тяги трамвая, если коэффициент трения 0,2?

15. В лифте находится груз массой 20 кг. Найти силу давления груза на пол лифта, если он опускается вниз с ускорением 2 м/с^2 .

Т 9/5

II группа

1. Автомобиль массой 10 т движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тяги автомобиля, если сила трения 1000 Н?

2. Грузовик массой 5 т трогается с места с ускорением 1 м/с^2 . Какую силу тяги разовьет мотор грузовика при этом движении, если коэффициент трения равен 0,2?

3. Пассажирский поезд массой 400 т движется со скоростью 54 км/ч. Определить силу торможения, если тормозной путь поезда 150 м.

4. С каким ускорением движется тело при торможении, если коэффициент трения $\mu = 0,3$?

5. Подвешенное к динамометру тело массой 2 кг поднимается вертикально вверх. Что покажет динамометр: а) при подъеме с ускорением 2 м/с^2 ; б) при равномерном подъеме?

6. Через сколько времени после начала торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 12 м/с, если коэффициент сопротивления 0,4?

7. С какой силой груз массой 10 кг давит на подставку, если она вместе с грузом движется вниз равнозамедленно с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$?

8. Определить ускорение тел (рис. 6) и силу натяжения нити T_2 , если $m_1 = 13 \text{ кг}$, $m_2 = 7 \text{ кг}$, $T_1 = 60 \text{ Н}$. Трением пренебречь.

9. В шахту спускается бадья массой 500 кг и в первые 10 с от начала равноускоренного движения проходит 20 м. Какова сила натяжения каната?

10. Трамвай массой 20 т, отходя от остановки, на расстоянии 50 м развивает скорость 8 м/с. Определить силу тяги двигателей трамвая, если коэффициент трения $\mu = 0,036$.

11. Определить ускорение (рис. 7) и силу натяжения нити, если масса грузов $m_1 = 6 \text{ кг}$, $m_2 = 4 \text{ кг}$, а коэффициент трения $\mu = 0,2$.

12. Парашютист, достигнув в затыжном прыжке скорость 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 10 с скорость его уменьшилась до 5 м/с. Найти силу натяжения стропов парашюта, если масса парашютиста 80 кг.

13. Тело останавливается под действием силы трения, пройдя за 10 с путь 100 м. Определить коэффициент трения.

14. Определить ускорение и силу натяжения нити (рис. 8), если $F = 0,5 \text{ Н}$, $f = 0,2 \text{ Н}$; масса тел: $M = 40 \text{ кг}$; $m = 0,2 \text{ кг}$. Трением пренебречь.

15. На полу лифта лежит груз массой 50 кг. Какова сила давления груза на пол, если лифт: а) поднимается вертикально с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$; б) движется равномерно; в) опускается с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$; г) свободно падает.

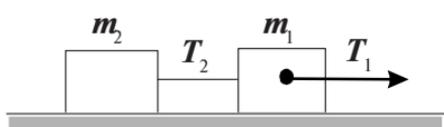


Рис. 6

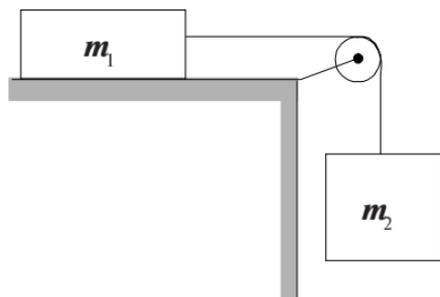


Рис. 7

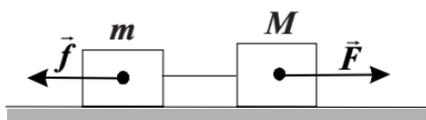


Рис. 8

1. Электropоезд массой 10^6 кг начинает равноускоренно двигаться и в течение 1 мин достигает скорости 108 км/ч. Определить силу тяги электропоезда, если коэффициент трения 0,02.

2. С каким ускорением движется трамвай при торможении, если коэффициент трения 0,4?

3. С какой силой груз массой 10 кг давит на подставку, если она вместе с грузом движется вверх равнозамедленно с ускорением $2,8 \text{ м/с}^2$?

4. Найти ускорение движения грузов и силу натяжения нити (рис. 9), если массы $m_1 = 8$ кг, $m_2 = 12$ кг.

5. На каком минимальном расстоянии от перекрестка должен начать тормозить при красном свете светофора автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения между шинами и дорогой равен 0,5?

6. Определить ускорение движения грузов (рис. 10) и силы натяжения нитей, если $F = 48$ Н, $m_1 = 1$ кг; $m_2 = 2$ кг; $m_3 = 3$ кг, коэффициент трения для всех брусков 0,4.

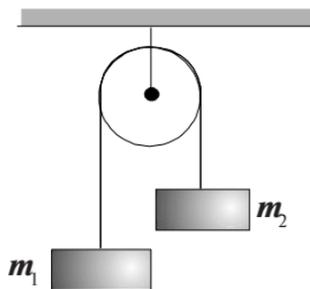


Рис. 9

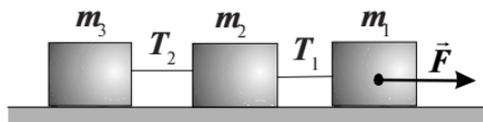


Рис. 10

7. Клетка подъемной машины массой 300 кг удерживается канатом. Чему равна сила натяжения каната, если клетка движется вертикально вверх: а) равноускоренно с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$; б) равномерно; в) равнозамедленно с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$? Сила трения во всех случаях равна 200 Н.

8. Три груза массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 7$ кг, $m_3 = 12$ кг подвешены к блоку, как показано на рис. 11. Определить силы натяжения данных нитей и ускорение движения грузов.

9. К перекинутой через блок нити (рис. 12) подвешен груз $m_1 = 2$ кг, на который поставлен перегрузок $m_2 = 0,5$ кг. Найти ускорение, с которым будет подниматься груз, силу натяжения нити и силу f давления перегрузка m_2 на груз m_1 . Какова сила давления Q нити на ось блока? Сила $F = 30$ Н.

10. Через блок (рис. 13), подвешенный к крюку динамометра, перекинута нерастяжимая нить, к концам которой привязаны два различных груза массой m_1 и m_2 . При движении грузов под действием силы тяжести ($m_2 > m_1$) динамометр показывает силу $Q = 30$ Н. Какова масса груза m_2 , если $m_1 = 1$ кг?

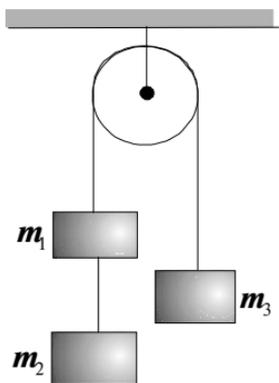


Рис. 11

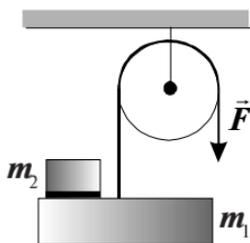


Рис. 12

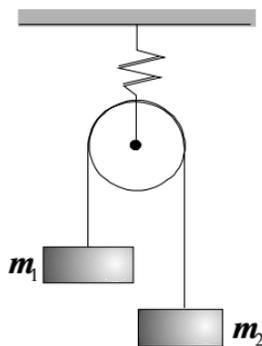


Рис. 13

11. Два тела одинаковой массы ($m = 1$ кг) соединены невесомой пружиной, имеющей жесткость 200 Н/м. Тела находятся на гладкой горизонтальной поверхности. К одному из тел приложена горизонтальная сила $F = 20$ Н. Определить удлинение пружины при движении тел с постоянным одинаковым ускорением.

12. Брусок A массой 400 г (рис. 14) под действием груза массой $m_1 = 100$ г проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 с. Найти коэффициент трения и силу натяжения нити.

13. Две гири с массами $m_1 = 7$ кг и $m_2 = 11$ кг висят на концах нити, перекинутой через блок. Гири вначале находятся на одной высоте. Через сколько времени после начала движения гиря m_1 окажется на 10 см выше гири m_2 ?

14. На столе лежит однородная цепочка длиной L . Какова максимальная длина l свешивающейся со стола части цепочки, если коэффициент трения между цепочкой и столом равен μ ?

15. Два связанных нитью груза массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 7$ кг скользят по горизонтальному столу под действием третьего груза $m_3 = 10$ кг, связанного с грузом m_2 нитью, перекинутой через блок (рис. 15). Определить ускорение движения грузов и силы натяжения нитей, если коэффициент трения первого и второго груза о стол 0,1?

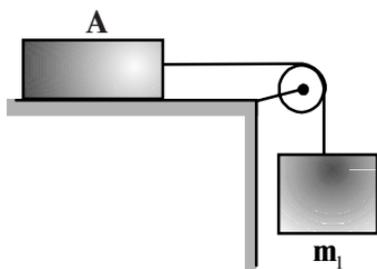


Рис. 14

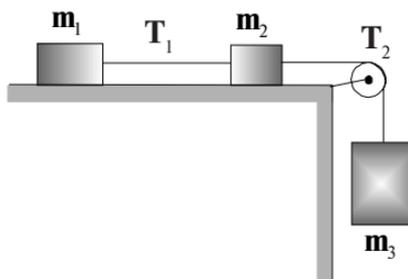


Рис. 15

1. Мальчик тянет санки за веревку, действуя на нее с силой 80 Н. Вербка образует с горизонтом угол 30° . Какую мощность развивает мальчик, если за 5 с он перемещает санки на 15 м?

2. Вагон массой 30 т движется со скоростью 2 м/с по горизонтальному участку пути. Вагон сталкивается с помощью автосцепки с неподвижной платформой массой 20 т. Чему равна скорость совместного движения вагона и платформы?

3. Автомобиль, двигаясь от остановки с ускорением 5 м/с^2 , на некотором участке пути развил скорость 36 км/ч. Сила тяги 20 кН. Определить работу, совершенную автомобилем.

4. Рабочий перемещает равномерно по горизонтальной поверхности груз, прилагая силу 300 Н под углом 35° к горизонту. Найти мощность, развиваемую рабочим, если за 4 с груз переместился на 10 м.

5. Сокол, пикируя отвесно, свободно падал в течение 3 с. Определить работу, совершенную соколом, если масса его 6 кг.

6. Два неупругих тела, массы которых 4 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 3 м/с каждое. Определить модуль и направление скорости каждого из этих тел после удара.

7. Баба копра массой 2 т свободно падает в течение 1 с. Определить работу, совершенную бабой копра.

8. Трактор, двигаясь от остановки с ускорением 4 м/с^2 , на некотором участке развил скорость 18 км/ч. Сила тяги 175 кН. Определить работу, совершенную трактором.

9. Буксир тянет баржу с силой 45 кН. Канат образует угол 15° с направлением перемещения. Какова мощность буксира, если за 10 с он проходит 25 м?

10. Автомобиль трогается с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$ и достигает скорости 18 км/ч. Определить работу, совершенную автомобилем на этом участке, если сила тяги 3 кН.

11. Трактор тянет плуг, прилагая силу 80 кН под углом 20° к направлению перемещения. Определить мощность, развиваемую трактором, если за 20 с трактор проходит 100 м.

12. Мячик массой 100 г свободно падает в течение 2 с. Определить работу силы тяжести мячика.

13. Находившийся в годы войны на вооружении советских войск пулемет РПД имел массу 9 кг, его пули имели массу 9 г. При выстреле пуля приобретала начальную скорость около 700 м/с. Рассчитайте скорость отдачи пулемета при выстреле.

14. Подъемный кран начинает поднимать груз с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Сила натяжения каната 8 кН. Определить работу, совершенную краном, если к концу подъема груз достиг скорости 4 м/с. Определить мощность, развиваемую краном при этом подъеме.

15. Какова полезная мощность двигателя токарного станка, если при силе резания 2000 Н резец за 1 мин снимает 120 м стружки?

1. Поезд массой 1000 т отходит от станции равноускоренно и на расстоянии 250 м развивает скорость 36 км/ч. Коэффициент трения 0,06. Определить работу, совершенную локомотивом на этом пути.

2. Железнодорожный вагон, движущийся со скоростью $0,5$ м/с, сталкивается с неподвижной платформой, после чего они движутся вместе с некоторой скоростью. Определить эту скорость, если масса вагона 20 т, а масса платформы 8 т.

3. Хоккейной шайбе при броске сообщили скорость 3 м/с. Какой путь она проскользнет, уменьшив свою скорость до 2 м/с? Коэффициент трения шайбы о лед $0,01$. Решить энергетически.

4. Ледокол массой 6000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 8 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшается при этом до 3 м/с. Определить массу льдины.

5. Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 600 м/с, попадает в бревно и застревает в нем, углубившись на 10 см. Найти силу сопротивления, с которой бревно действует на пулю.

6. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину с жесткостью 800 Н/м сжали на 5 см. Какую скорость приобретает пуля массой 20 г при выстреле?

7. Какое расстояние пройдет автомашина на горизонтальном участке пути после выключения двигателя, если коэффициент трения $0,2$, а скорость движения машины до торможения 72 км/ч? Решить энергетически.

8. Тележка с песком массой 10 кг катится со скоростью 1 м/с по горизонтальному пути без трения. Навстречу тележке летит шар массой 2 кг с горизонтальной скоростью 7 м/с. Шар после встречи с тележкой застрял в песке. В какую сторону и с какой скоростью покатится тележка после падения шара?

9. Конькобежец массой 60 кг проехал после разгона до остановки 40 м. Вычислить работу силы трения, если коэффициент трения коньков о лед $0,02$.

10. Мальчик поднимает со дна реки глубиной $0,4$ м камень на высоту $0,4$ м над поверхностью воды. Какую работу совершает мальчик при подъеме камня в воде и в воздухе? Объем камня 3 дм³, плотность 2500 кг/м³.

11. Учебный самолет для взлета должен иметь скорость 108 км/ч. Время разгона для достижения этой скорости 12 с. Масса самолета 2 т. Коэффициент сопротивления при разгоне

0,05. Определить среднюю мощность двигателя самолета, нужную для разгона.

12. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью $v_1 = 10$ м/с, разорвалась на две части массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 1,5$ кг, которые продолжали лететь тоже в горизонтальном направлении. Скорость большего куска возросла до $v_2 = 25$ м/с. Определить скорость меньшего куска v_1 .

13. Пуля массой 10 г ударяется о доску толщиной 4 см со скоростью 600 м/с, а вылетает со скоростью 400 м/с. Найти среднюю силу сопротивления доски.

14. Определить работу, которую нужно произвести для того, чтобы сжать пружину на 10 см, если для сжатия ее на 1 см необходима сила 100 Н.

15. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если известно, что коэффициент трения коньков о лед 0,02. Движение конькобежца считать равнозамедленным.

1. Определить период колебаний математического маятника длиной 2,5 м.

2. Каков период колебаний груза массой 0,1 кг, подвешенного к пружине жесткостью 10 Н/м?

3. Определить ускорение силы тяжести на поверхности Юпитера, если математический маятник длиной 66 см колеблется там с периодом в 1 с.

4. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью 250 Н/м колеблется с периодом 0,5 с.

5. Найти длину математического маятника, период колебаний которого 2 с.

6. Математический маятник длиной 81 см совершает 100 полных колебаний за 3 мин. Определить ускорение силы тяжести в месте нахождения маятника.

7. Найти длину математического маятника, который за 20 с совершает 30 колебаний.

8. Чему будет равен период колебаний латунного шарика объемом 20 см^3 , подвешенного к пружине с жесткостью 300 Н/м ? Плотность латуни 8500 кг/м^3 .

9. Математический маятник совершил 180 полных колебаний за 72 с. Определить период и частоту колебаний маятника.

10. Математический маятник длиной 2 м совершает 63,5 колебаний за 3 мин. Чему равно ускорение свободного падения?

11. Определить длину звуковой волны человеческого голоса с высотой тона 680 Гц. Скорость звука принять равной 340 м/с .

12. Как изменится период колебаний маятника, если перенести его с Земли на Марс? Ускорение свободного падения на Марсе $3,86 \text{ м/с}^2$.

13. Два математических маятника совершают колебания с периодами 6 и 8,5 с соответственно. Найти отношение длин маятников.

14. Лодка качается в море на волнах, распространяющихся со скоростью 2 м/с . Расстояние между ближайшими гребнями волны 6 м. Какова частота ударов волн о корпус лодки?

15. Во сколько раз изменится период колебаний пружинного маятника, если вместо груза массой $m_1 = 3,6 \text{ кг}$ к той же пружине подвесили груз массой $m_2 = 2,5 \text{ кг}$?

1. Математический маятник длиной 99,5 см за одну минуту совершает 30 полных колебаний. Определить период колебаний маятника и ускорение свободного падения в том месте, где находится маятник.

2. По графику, приведенному на рис. 16, найти амплитуду, период, частоту колебаний.

3. Во сколько раз период колебаний маятника на Луне отличается от периода колебаний того же маятника на Земле? Ускорение свободного падения на Луне $1/6 g_3$.

4. Груз массой 0,2 кг, подвешенный к пружине, совершает 30 колебаний за 1 мин. Определить жесткость пружины.

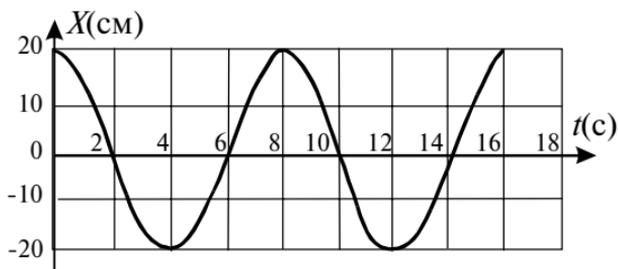


Рис. 16

5. Длина нити одного математического маятника 81 см, другого 1 м. Найти отношение частот колебаний этих маятников.

6. Как относятся длины маятников, если за одно и то же время первый маятник совершил 10 колебаний, а второй — 20?

7. Висящий на пружине груз массой 0,1 кг совершает вертикальные колебания. Определить период гармонических колебаний груза, если для упругого удлинения пружины на 1 см требуется сила 0,1 Н. Весом пружины пренебречь.

8. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине подвесить вместо него алюминиевый шарик того же размера?

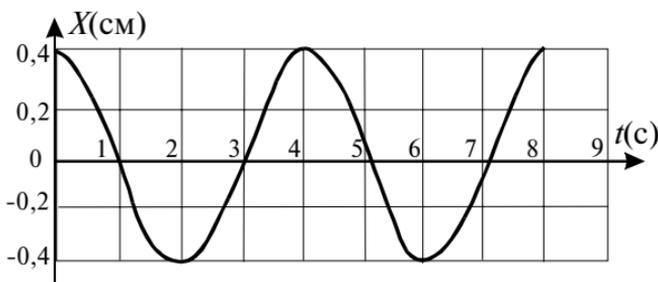


Рис. 17

9. По графику, приведенному на рис. 17, найти амплитуду, период, частоту колебаний.

10. Во сколько раз жесткость пружинного маятника, имеющего период $0,3$ с, отличается от жесткости маятника, период которого $0,5$ с, если массы грузов обоих маятников одинаковы?

11. Шарик неподвижно висит на пружине, когда она растянута на 4 см. Определить период колебаний такого вертикального пружинного маятника.

12. Висящий на пружине груз массой $0,1$ кг совершает вертикальные колебания с амплитудой 4 см. Определить период гармонических колебаний груза, если для упругого удлинения пружины на 1 см требуется сила $0,1$ Н. Определить энергию колебаний маятника.

13. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн $1,2$ м. Какова скорость распространения волн?

14. Как относятся частоты колебаний маятников, если их длины относятся как $1 : 4$?

15. На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с; расстояние между соседними гребнями волн $0,5$ м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

1. Как относятся длины маятников, если за одно и то же время первый маятник совершил 10 колебаний, а второй — 20 колебаний?

2. По графику, приведенному на рис. 18, найти амплитуду, период, частоту колебаний.

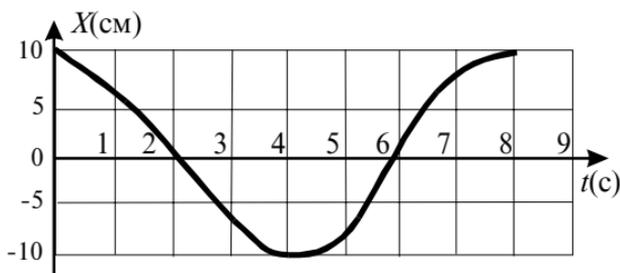


Рис. 18

3. Груз висит на пружине и колеблется с периодом 0,5 с. На сколько укоротится пружина, если снять с нее груз?

4. Во сколько раз изменится период колебаний математического маятника, если перенести его с Земли на Луну? $g_{\text{л}} = 1,6 \text{ м/с}^2$.

5. За сколько времени минутная стрелка земных часов с маятником, перенесенных на Луну, сделает там полный оборот по циферблату, если ускорение силы тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле?

6. Маятник состоит из шарика массой 100 г, подвешенного на нити длиной 50 см. Определить период колебаний маятника и запас энергии, которым он обладает, если наибольший угол его отклонения от положения равновесия 15° .

7. Легкая пружина с жесткостью 19,6 Н/м подвешена к штативу. К свободному концу пружины подвесили гирию массой 100 г и осторожно отпустили. Найти амплитуду и период колебаний.

8. Один маятник имеет период 3 с, а другой 4 с. Каков период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников?

9. По графику, приведенному на рис. 19, найти амплитуду, период, частоту колебаний.

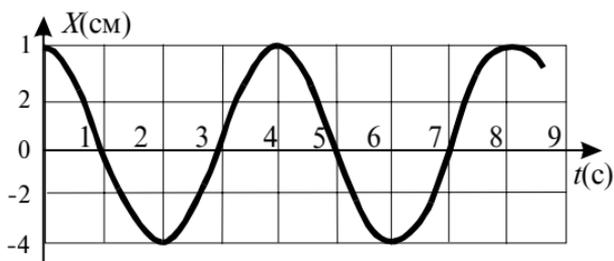


Рис. 19

10. На нити подвешен груз массой 0,1 кг. Определить скорость и кинетическую энергию колеблющегося шарика при прохождении им положения равновесия, если повышение центра тяжести шарика при максимальном отклонении от положения равновесия 2,5 см.

11. Груз, подвешенный на пружине, совершает вертикальные колебания. Когда он имел массу m_1 , период колебаний был равен 0,6 с, а когда его массу сделали m_2 , период стал равен 0,8 с. Каким будет период колебаний этого груза, если его масса будет равна $m_1 + m_2$?

12. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с амплитудой 4 см. При смещении груза на 3 см сила упругости равна $9 \cdot 10^{-5}$ Н. Определить потенциальную и кинетическую энергии, соответствующие данному смещению, и полную энергию маятника.

13. На рис. 20 показаны графики $x(t)$ для гармонических колебаний двух грузов на одинаковых пружинах. Чему равны амплитуды колебаний? Найдите по графикам отношение масс грузов.

14. Математический маятник длиной l совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса маятника на расстоянии $l_1 = \frac{l}{2}$ от нее в стенку забит гвоздь. Найти период T колебаний маятника.

15. Часы с маятником длиной 1 м за сутки отстают точно на 1 час. Что надо сделать с маятником, чтобы часы не отставали?

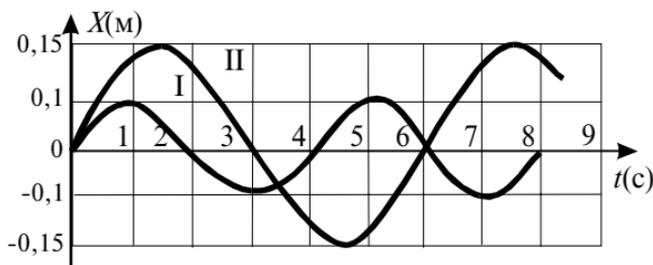


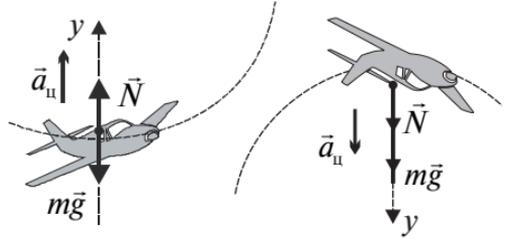
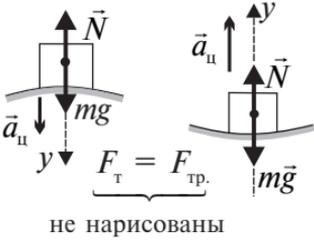
Рис. 20

10 КЛАСС

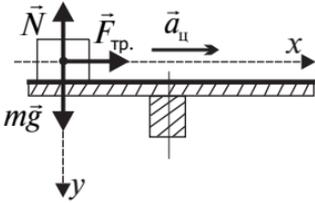
КОНСПЕКТЫ



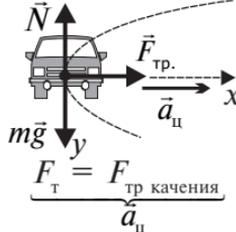
1. Выпуклые и вогнутые мосты 2. Петля Нестерова



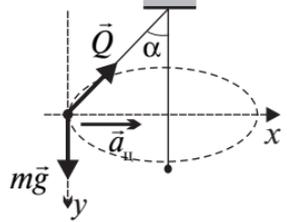
3. Тело на вращающемся диске



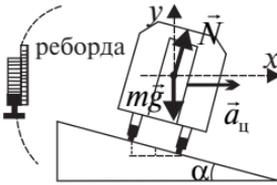
4. Автомобиль на повороте



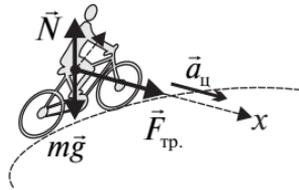
5. Конический маятник



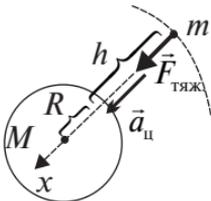
6. Вагон на повороте



7. Велосипедист на повороте



8. I космическая скорость



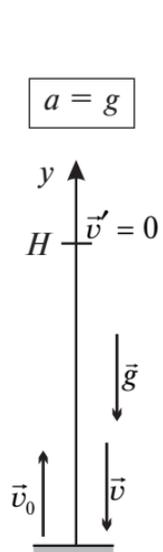
$$m a_u = m g_1 \Rightarrow \frac{v^2}{R+h} = g_1$$

$$\frac{mg}{m g_1} = \frac{G \frac{mM}{R^2}}{G \frac{mM}{(R+h)^2}} = \frac{(R+h)^2}{R^2}$$

$$\frac{g(R+h)}{v^2} = \frac{(R+h)^2}{R^2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$$

34 Если $h \rightarrow 0$, то $v_1 = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 64 \cdot 10^5} = 8 \left(\frac{\text{км}}{\text{с}} \right)$
Из-за сопротив. воздуха $h \div 200 - 300 \text{ км}$

① Движение по вертикали



$a = g$

$$\vec{h} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t$$

$$v^2 - v_0^2 = \pm 2gH$$

↑ ВВЕРХ
 $v'^2 - v_0^2 = \pm 2gH$

↓ ВНИЗ
 $v^2 - v'^2 = \pm 2gH$

$-v_0^2 = -2gH \rightarrow v_0 = v$

$H = \frac{v_0^2}{2g}$

$\vec{v}' = \vec{v}_0 + \vec{g} t_{\uparrow}$

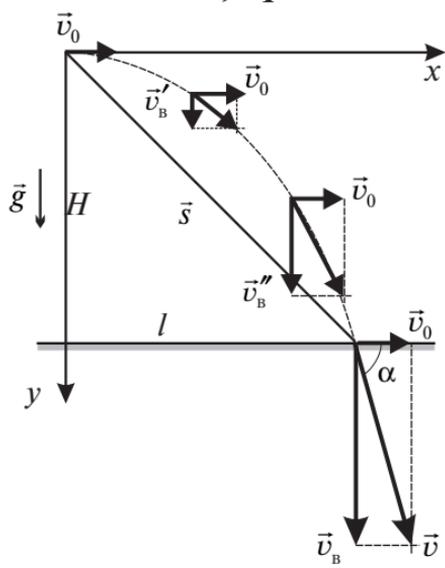
$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{g} t_{\downarrow}$

$y: 0 = v_0 - g t_{\uparrow} \rightarrow t_{\uparrow} = t_{\downarrow}$

$\leftarrow y: -v = -g t_{\downarrow}$

$t_{\uparrow} = \frac{v_0}{g}$

② Движение тела, брошенного горизонтально



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$x: \begin{cases} l = v_0 t \\ y: \begin{cases} H = \frac{g t^2}{2} \end{cases} \end{cases}$$

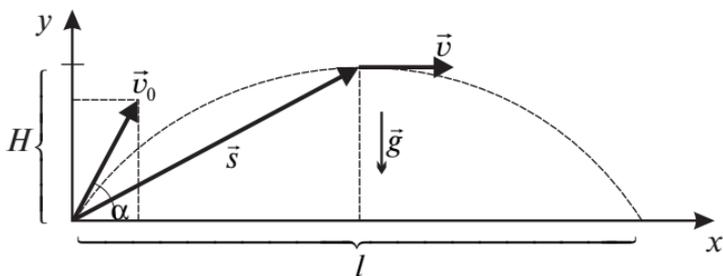
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t$$

$$y: v_B = g t$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_B^2}$$

$$tg \alpha = \frac{v_B}{v_0}$$

③ Движение под углом к горизонту



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$x: \begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t & (1) \\ y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} & (2) \end{cases} \implies t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

$$y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = ax - bx^2 \quad (\text{парабола!})$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t_{\uparrow}$$

$$y: 0 = v_0 \cdot \sin \alpha - g t_{\uparrow} \implies t_{\uparrow} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (3)$$

$$(3) \text{ в } (1): \frac{l}{2} = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \implies l = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\text{Если } \alpha = 45^\circ \implies \sin 2\alpha = 1 \implies l_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$(3) \text{ в } (2): H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g^2}$$

⇓

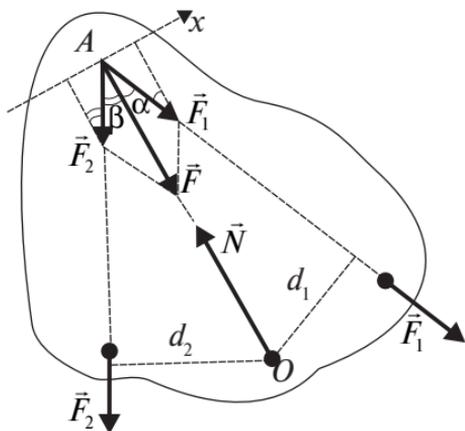
$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\text{Если } \alpha = 90^\circ \implies \sin^2 \alpha = 1 \implies H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

① **Условия равновесия**

1-е (для невращающихся тел)
2-е (для вращающихся тел)

$$\sum \vec{F} = 0$$



$$\vec{N} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

х: $0 = F_1 \cdot \sin \alpha - F_2 \cdot \sin \beta$

$$F_1 \cdot \sin \alpha = F_2 \cdot \sin \beta$$

$$F_1 \cdot \frac{d_1}{OA} = F_2 \cdot \frac{d_2}{OA}$$

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

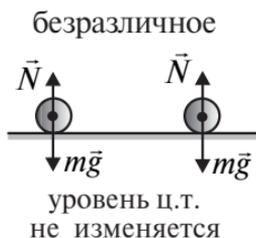
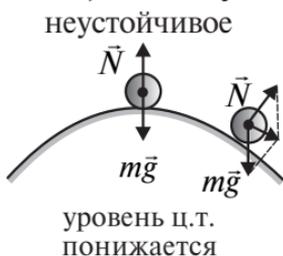
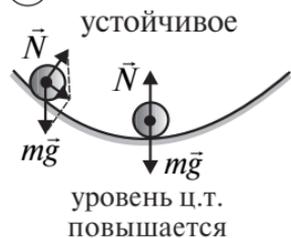
$$M_1 = M_2$$

в общем случае равновесие, если

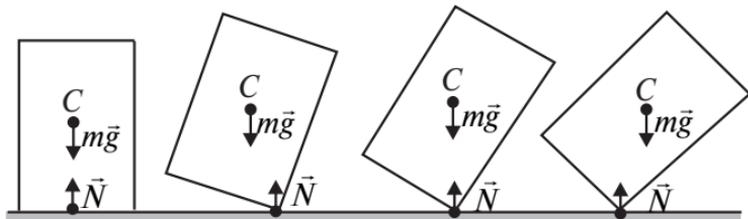
$$\sum M_{\text{по часов.}} = \sum M_{\text{против часов.}}$$

d_1, d_2 — плечи сил (\perp из оси вращения на линию действия силы)

② **Равновесие тел, имеющих точку опоры**



③ **Равновесие тел, имеющих площадь опоры**



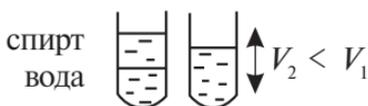
Равновесие — если отвесная линия, проходящая через ц.т., пересекает $S_{\text{опоры}}$.

К 10/4 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ М.К.Т. И ИХ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ

I) *Вещество состоит из частиц (молекул, атомов, ионов), разделенных промежутками*

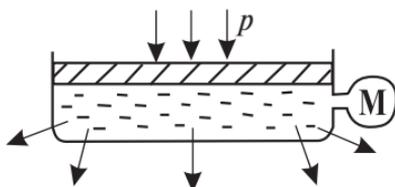
Косвенные доказательства:

- дробление веществ (первокирпичик?!)
- испарение
- расширение и сжатие при Δt° или деформации
-



Прямые доказательства:

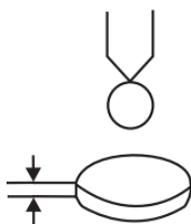
- фотографии отдельных больших молекул
- определение параметров молекул (d , m , v , ...)
- опыт Бриджмена



$p = 10^4$ атм
просачивание масла
через сталь

РАЗМЕР И МАССА МОЛЕКУЛ

опыт Ленгмюра:



$$d = \frac{V}{S} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\pi R^2} = \frac{4}{3} \frac{r^3}{R^2}$$

$$d \sim 10^{-8} \text{ см}$$

$$m_r = \frac{m_o}{\frac{1}{12} m_{oc}} \text{ — относит. молекул. (атомная) масса ... <стр. 144>}$$

$$\text{кол-во в-ва } \nu = \frac{N}{N_A} \text{ ... <стр. 145>}$$

N — число м. в данном теле

N_A — число атомов в 12 г С

Если $N = N_A$, то $\nu = 1$ моль — <стр. 145>

N_A — число Авогадро — число атомов в моле *любого* вещества

$$N_A = \frac{0,012 \frac{\text{К}}{\text{МЛБ}}}{m_{oc} \text{ К}} \approx 6 \cdot 10^{23} \frac{\text{МЛБ}}{\text{К}}$$

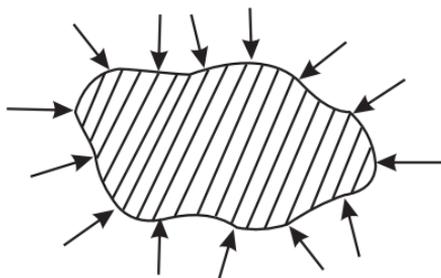
58,59

M — молярная масса (масса моля)

$$M = m_o \cdot N_A = \frac{1}{12} m_{oc} \cdot m_r \cdot \frac{0,012}{m_{oc}} = 10^{-3} \cdot m_r \frac{\text{К}}{\text{МЛБ}}$$

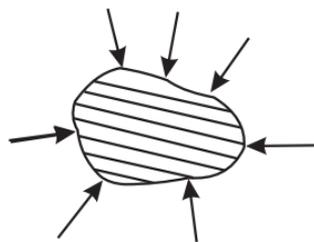
II) Частицы находятся в непрерывном хаотическом движении

1. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ — 1827 г.
теория Б.Д. — Эйнштейн — 1905 г.
опытная проверка — Перрен (фр.)



$$\bar{n} \text{ ударов — const}$$

$$\sum \vec{F} = 0$$

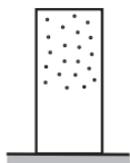


$$\sum \vec{F} \neq 0$$

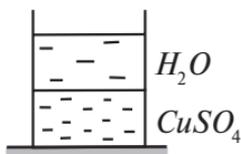
$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$$

60

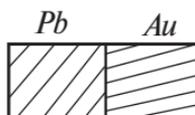
② **Диффузия** — самопроизвольное перемешивание веществ



газов
($\tau \sim$ мин)



жидкостей
($\tau \sim$ недели)



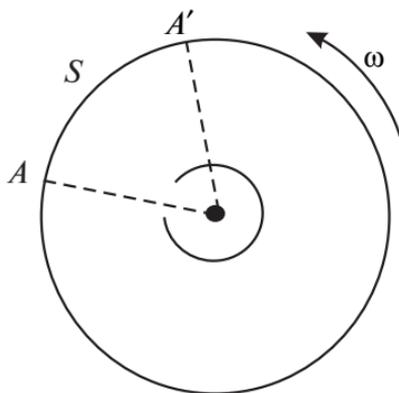
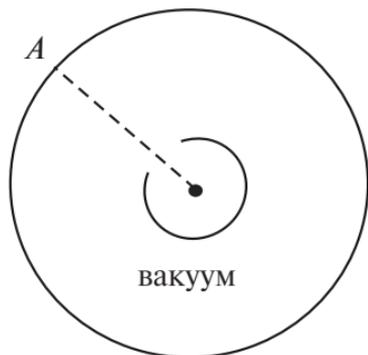
тв. тел
($\tau \sim$ год)

Диффузия зависит от t° (если $t^\circ \uparrow \Rightarrow v_M \uparrow$)

③ **Определение скоростей молекул**

теорет. — Клаузиус (нем.) — 2 полов. XIX в.

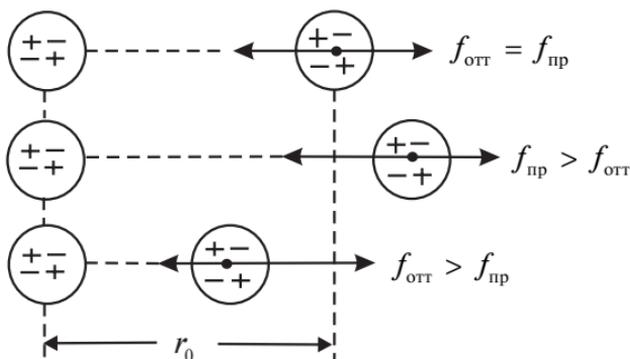
экспер. — Штерн (нем.) — 1920 г.



$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{R-r}{v_M} \\ t &= \frac{S}{v_{II}} = \frac{S}{\omega R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_M = \frac{\omega R(R-r)}{S}$$

III) Частицы взаимодействуют друг с другом

Причина — электромагнитное взаимодействие \bar{e} и ядер соседних молекул

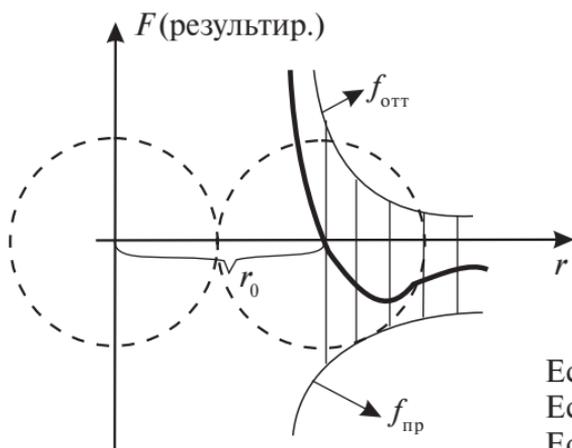


ПРИМЕРЫ:

- слипание свинцовых цилиндриков
- прилипание стекла к воде
- плитки Иогансона
- сопротивление растяжению и сжатию
- малая сжимаемость твердых тел и жидкостей

F — короткодействующая, но

$$f_{\text{пр}} \sim \frac{1}{r^7} \quad f_{\text{отт}} \sim \frac{1}{r^9}$$

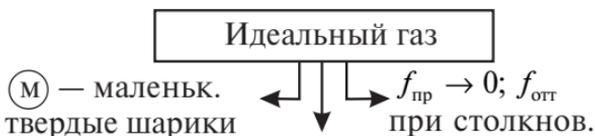


Если $f_{\text{отт}} = f_{\text{пр}} \Rightarrow F = 0$
 Если $r \rightarrow \infty \Rightarrow F \rightarrow 0$
 Если $r \rightarrow 0 \Rightarrow F \rightarrow \infty$

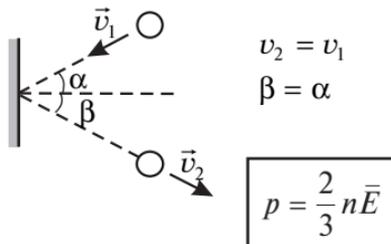
61



М.К.Т. ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА



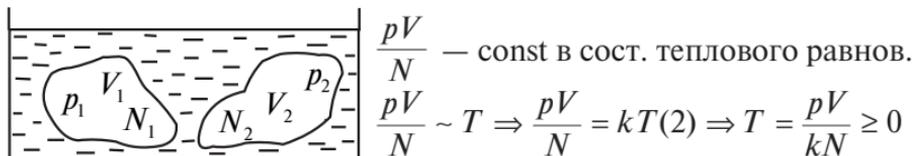
столкнов. абсолютно упругие:



63-68

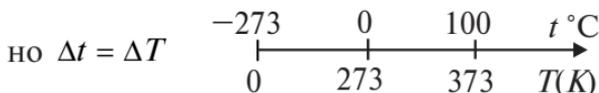
основное уравнение М.К.Т. ид. газа (ур-ие Клаузиуса)

$$\bar{E} = \frac{3 p}{2 n} = \frac{3 p}{2 \frac{N}{V}} = \frac{3 p V}{2 N} \quad (1)$$



$T = 0$ (при $p = 0$) — абсолют. нуль температур ($t = -273 \text{ }^\circ\text{C}$)

$T = t \text{ }^\circ\text{C} + 273$



Из (1) и (2): $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ — пост. Больцмана

уравнение Больцмана

— справедливо для газов, жидкостей и твердых тел

T — мера $\bar{E}_{\text{к.м}}$, но $T = 0$ недостижима

Скорость молекул

69

$$\bar{E} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT \Rightarrow \bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \quad \text{— быстрее } v \text{ снаряда! Опытная проверка — Штерн (нем.)}$$

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{2}{3} n \bar{E} \\ \bar{E} &= \frac{3}{2} kT \end{aligned} \right\} \Rightarrow p = \hat{n} kT = \frac{\widehat{N}}{V} kT \Rightarrow p \cdot V = \frac{m}{M} \underbrace{N_A kT}$$

универсальная газовая постоянная — $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

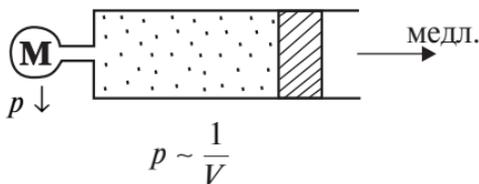
$$\boxed{p \cdot V = \frac{m}{M} RT} \text{ — уравнение М.-К.}$$

70

$$m, M \text{ — const: } \left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \frac{m}{M} RT_1 \\ p_2 V_2 &= \frac{m}{M} RT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}} \text{ — уравнение К.}$$

ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
(закон Б.-М.)

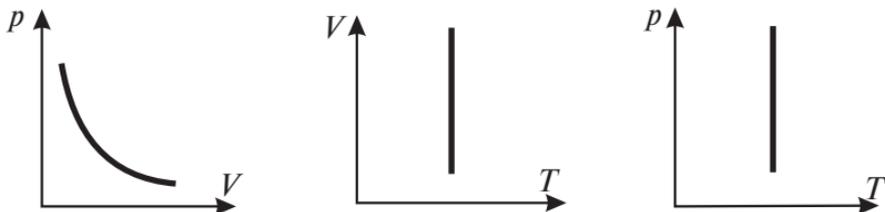
$T, m, M \text{ — const}$



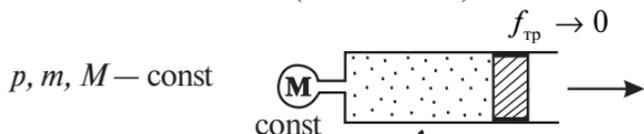
$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \frac{m}{M} RT \\ p_2 V_2 &= \frac{m}{M} RT \end{aligned} \right\} p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \boxed{p \cdot V = \text{const}}$$

Произведение « p » данной массы газа на его « V » постоянно, если « T » газа не меняется

ИЗОТЕРМЫ:



ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС (закон Г.-Л.)

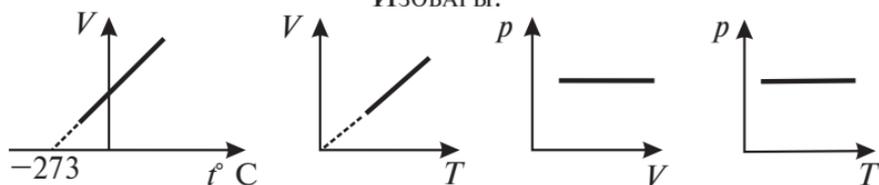


$$\left. \begin{aligned} pV_1 &= \frac{m}{M} RT_1 \\ pV_2 &= \frac{m}{M} RT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \boxed{V \sim T}$$

71

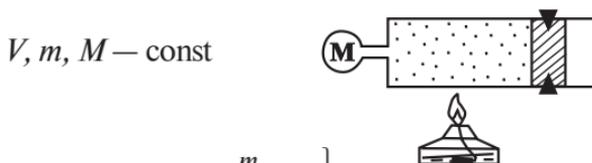
« V » данной массы газа при постоян. « p » пропорционален « T »

ИЗОБАРЫ:



$V = V_0(1 + \alpha t)$, где $\alpha = \frac{1}{273}$ — термический коэффициент
объемного расширения

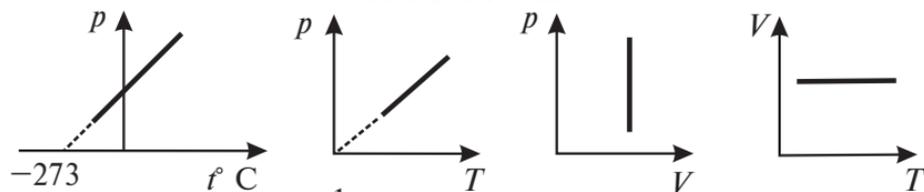
ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС (з-н Ш.)



$$\left. \begin{aligned} p_1V &= \frac{m}{M} RT_1 \\ p_2V &= \frac{m}{M} RT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \boxed{p \sim T}$$

« p » данной массы газа при постоян. « V » пропорционально « T »

ИЗОХОРЫ:

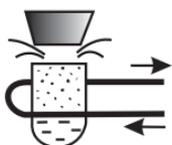


$p = p_0(1 + \gamma t)$, где $\gamma = \frac{1}{273}$ — термический коэффициент давления

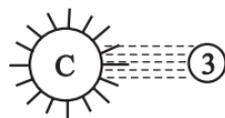
$$U = E_{kM} + E_{nM}$$

$$U = \bar{E}_1 \cdot N_A \cdot \frac{m}{M} = \frac{3}{2} kT \cdot N_A \cdot \frac{m}{M} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad \text{для 1-атомного газа}$$

работа ← способы ΔU → теплопередача



теплопров. конвекция излучение



Q — кол-во U при теплопередаче

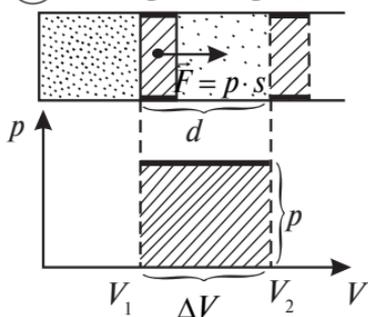
77,79

- $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ — нагревание, охлаждение
- $Q = q \cdot m$ — при сгорании топлива
- $Q = \lambda \cdot m$ — плавление, отвердевание
- $Q = L \cdot m$ — парообразов., конденсация
- ($Q > 0$ при поглощении, $Q < 0$ при выделении тепла)

РАБОТА В ТЕРМОДИНАМИКЕ

78

1 Изобарный процесс

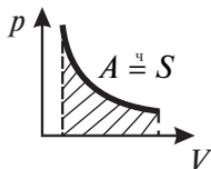


$$A = \underbrace{F \cdot d \cdot \cos(\vec{F}, \vec{d})}_1 = p \cdot \underbrace{S \cdot d}_{\Delta V} = p \cdot \Delta V$$

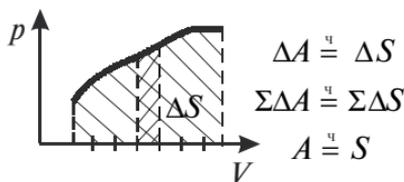
$$A = p \cdot \Delta V \quad \left. \begin{array}{l} A > 0, \text{ если } V \uparrow \\ A < 0, \text{ если } V \downarrow \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} A = p \cdot \Delta V \\ S = p \cdot \Delta V \end{array} \right\} \Rightarrow A \stackrel{q}{=} S$$

3 Изотермический процесс



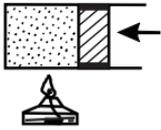
2 В общем случае



4 Изохорный процесс

$$\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0$$

I ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ



$$\Delta U = Q + A_{\text{внешн.}} \quad \text{или} \quad \Delta U = Q - A_r$$

$$Q = \Delta U + A_r$$

80,81

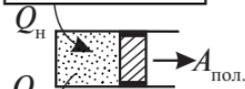
<p>ИЗОБАРНОЕ РАСШИРЕНИЕ</p> <p>$t^\circ \uparrow \Rightarrow \Delta U > 0$ $V \uparrow \Rightarrow A_r > 0$</p> $Q = \Delta U + A_r > 0$ <p>ПОГЛ.</p>	<p>ИЗОХОРНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ</p> <p>$t^\circ \downarrow \Rightarrow \Delta U < 0$ $V - \text{const} \Rightarrow A_r = 0$</p> $-Q = -\Delta U < 0$ <p>ВЫДЕЛ.</p>
<p>ИЗОТЕРМИЧ. СЖАТИЕ</p> <p>$t^\circ - \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$ $V \downarrow \Rightarrow A_r < 0$</p> $-Q = -A_r$ <p>ВЫД-СЯ</p>	<p>АДИАБАТНОЕ РАСШИРЕНИЕ</p> <p>$Q = 0$ $V \uparrow \Rightarrow A_r > 0$</p> $0 = -\Delta U + A_r$ <p>$U \downarrow$</p>

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Т.Д. — устройства, где часть $U \rightarrow A$

- основные виды: турбинные, поршневые, реактивные
- используют «А» расширения газа или пара
- состоят из нагреват., рабочего тела (газ, пар), холодильника

нагреватель

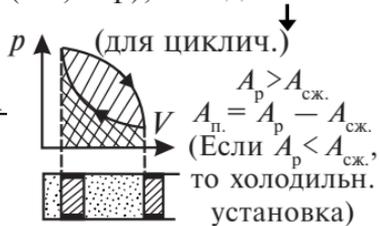


холодильник

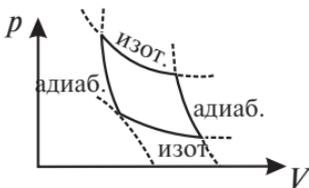
$$Q_n = A_{\text{пол.}} + Q_x + Q_{\text{пот.}}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{п.}}}{Q_n} = \frac{Q_n - Q_x - Q_{\text{пот.}}}{Q_n}$$

$$\eta < 1, \text{ даже если } Q_{\text{пот.}} = 0$$



Идеальная теплов. машина — Сади Карно (Фр.) — 1824 г.

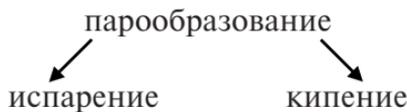


$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} = 1 - \frac{T_x}{T_n}$$

84

К 10/8 ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

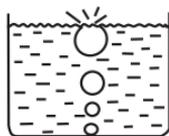
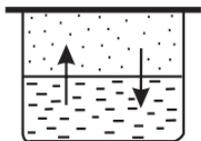
① Насыщенный и ненасыщенный пар. Кипение



72

- а) при любой t°
 б) со свободн. поверх. ж.

- а) при t° кип.
 б) во всем объеме

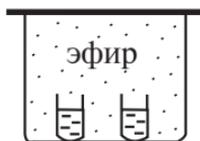


насыщенный пар

(ж. — пар — динамич. равнов.)

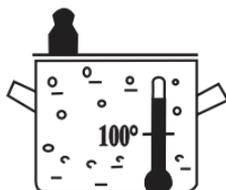
$$P_{\text{возл.}} + P_{\text{нас.}} = P_A + \rho gh$$

$t_{\text{кип.}}$ ЗАВИСИТ ОТ ДАВЛЕНИЯ

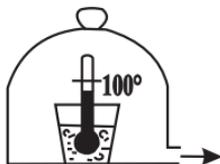


насыщенный пар

(испарение > конденсац.)

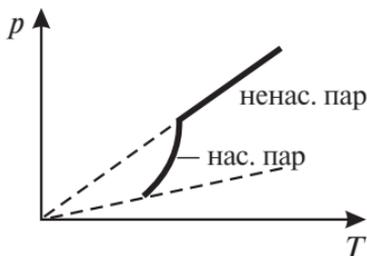
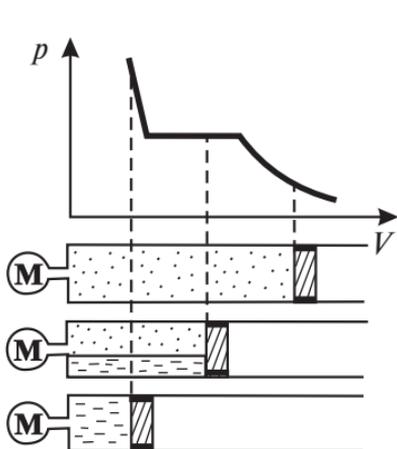


$p \uparrow \Rightarrow t_k \uparrow$



$p \downarrow \Rightarrow t_k \downarrow$

② Давление насыщенного пара

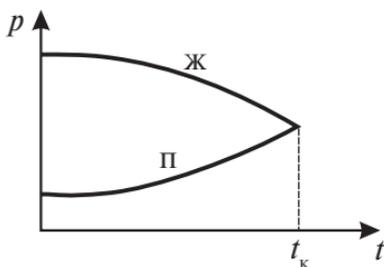
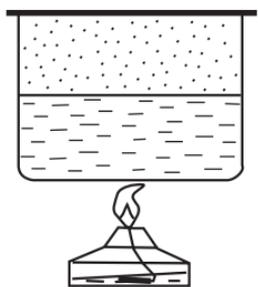


$$p \approx n \cdot k \cdot T$$

($p \uparrow$ за счет $n \uparrow$ и $T \uparrow$)

73

3 * Критическая температура



4 Влажность воздуха

Абсолютная — парциальное давление водяного пара

[Па, мм рт. ст.]

Относительная — $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$ ($\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$)

p — парциальное давление водяного пара при данной t°

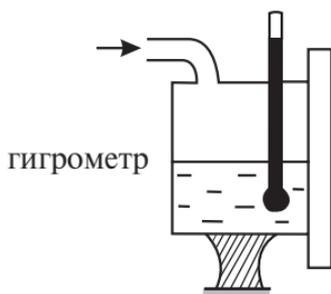
p_0 — давление насыщенного пара при той же t°

Точка росы — температура, при которой пар

становится насыщенным

74

П Р И Б О Р Ы :



гигрометр

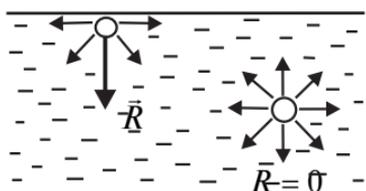


психрометр

Значение влажности — ... <стр. 190>

К 10/9* ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ. СМАЧИВАНИЕ. КАПИЛЛЯРНОСТЬ

1 Поверхностное натяжение



Молек. поверх. слоя стремятся ↓
 $\Rightarrow \rho_{\text{п.с.}} < \rho_{\text{внутр.}} \Rightarrow f_{\text{притяж.м}} \uparrow \Rightarrow$
 \Rightarrow создается своеобразн. натяжение

2 Поверхностная энергия

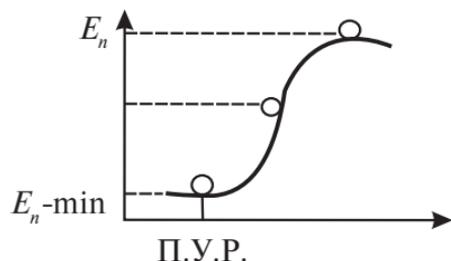
Если м. перемещ-ся вверх, то соверш-ся «А» против «R»

\Rightarrow м. получает энергию E_n

$\Sigma E_n = U_n$ — поверхностная энергия

$U_n \sim S \Rightarrow U_n = \sigma \cdot S$

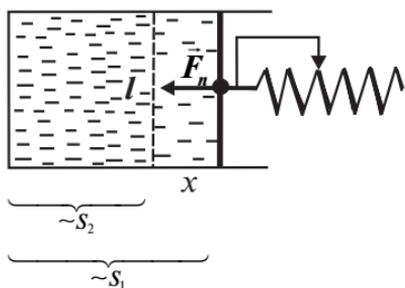
σ — коэфф. поверх. натяжения $\sigma = f$ (вида ж., t°)



Принцип $\min E_n$: все тела стремятся к П.У.Р., но П.У.Р. при $E_n - \min$

$U_n - \min$, если $S - \min$ — ж. стремится принять форму шара

3 Сила поверхностного натяжения



Опыт: $F_n \sim l \Rightarrow F_n = \sigma \cdot l$

$$[\sigma] = \frac{H}{M}$$

F_n направл. по касат. к поверхн. жидк.

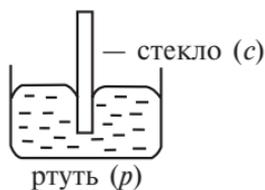
⊥ границе поверхн. слоя

$$A = 2Fx = -(U_{n_2} - U_{n_1}) = -(\sigma \cdot 2S_2 - \sigma \cdot 2S_1)$$

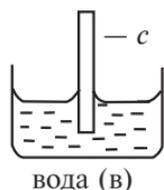
$$2Fx = 2\sigma(S_1 - S_2) = 2\sigma x l$$

$$F = \sigma l$$

4 Смачивание



$f_{p-p} > f_{p-c}$ — ртуть не смачивает стекло



$f_{c-в} > f_{в-в}$ — вода смачивает стекло

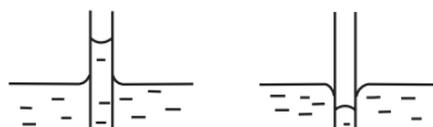


смачив. ж. стремятся растечься,
несмач. ж. — стянуться в шар
 θ — краевой угол

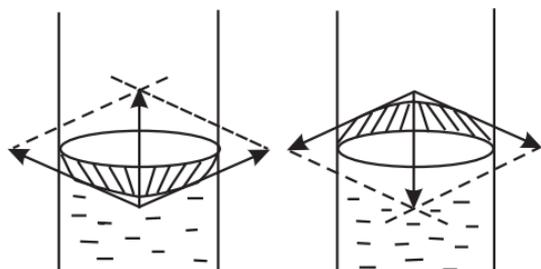


искривл. поверхн. ж. — мениск

5 Капиллярность



Под действием ΣF_n
создается дополнительное
(лапласовское) давление \Rightarrow
подъем (опускание) ж.



$$P_{л} = \frac{F_n}{S} = \frac{\sigma l}{S} = \frac{\sigma \cdot 2 \pi r}{\pi r^2} = \frac{2 \sigma}{r}$$

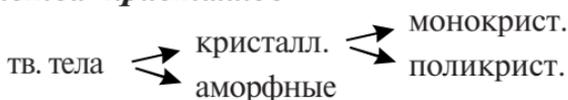
($S_{\text{поверхн. ж.}} \approx S_{\text{капилл.}}$)

Подъем (опускание) ж. происходит до тех пор, пока

$$P_{л} = \rho g h \Rightarrow \frac{2 \sigma}{r} = \rho g h \Rightarrow h = \frac{2 \sigma}{\rho g r}$$

Значение — промокашка, фитиль, полотенце, кирпич,
питание растений, боронование, ...

① *Свойства кристаллов*



75

1) ЧАСТИЦЫ РАСПОЛОЖЕНЫ УПОРЯДОЧЕННО
виды кристалл. решеток:

- а) ионные (NaCl) в) металлич. (Cu)
 б) атомные (алмаз) г) молекулярн. (лед)



2) ОБЛАДАЮТ ПОЛИМОРФИЗМОМ

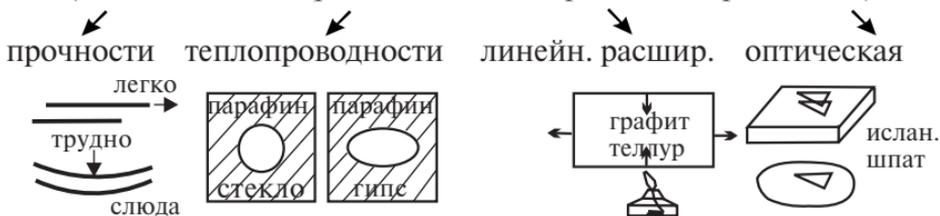
(образование различн. структур одинаков. атомами)



- а) тв. тело, драгоц. камень а) мягкий минерал
 б) не проводит эл-во б) проводит эл-во
 в) сгорает в струе кислор. в) делают огнеупор. глину

3) АНИЗОТРОПИЯ (ДЛЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ)

(неодинаковость физич. свойств по разным направлениям)

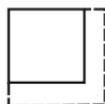
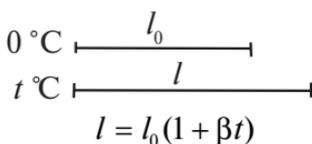


СВОЙСТВА АМОРФНЫХ ТЕЛ (ВАР, КАНИФОЛЬ, СТЕКЛО, ...)

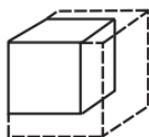
- нет строгого порядка (есть ближний порядок)
- изотропны
- не имеют постоянн. t° плавл.
- при повышении t° текут (застывшие жидкости)

76

②* *Тепловое расширение*



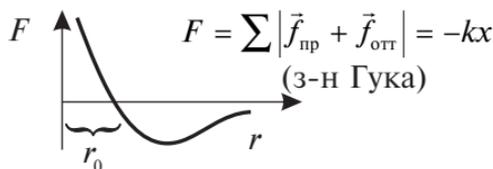
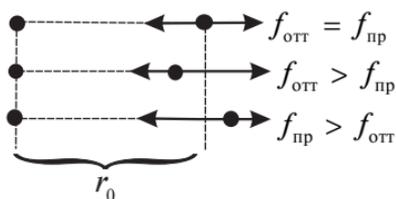
$S = S_0(1 + 2\beta t)$



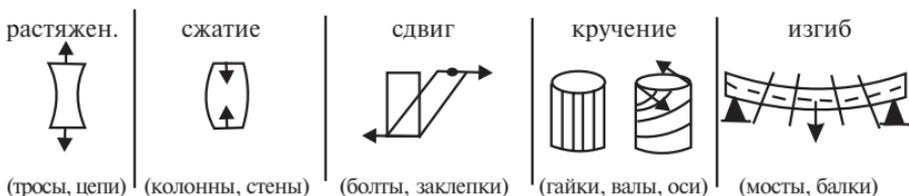
$V = V_0(1 + 3\beta t)$

3 * Деформация. Механическое напряжение

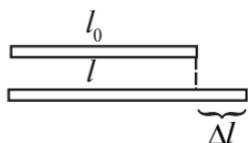
Деформация — изменение формы или «V» под действ. внешних сил



В И Д Ы Д Е Ф О Р М А Ц И Й:



Δl — абсолютное удлинение



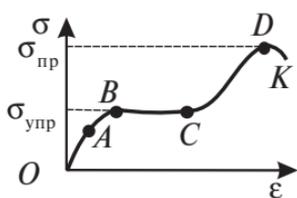
$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ — относительное удлинение

$\sigma = \frac{|F_y|}{S}$ — мех. напряжение



упругость — свойство тел восстанавл. форму (резинка)

пластичность — свойство тел не восстанавл. форму (пластилин)



OA — область упругих деформаций

σ_B — предел упругости

BC — область текучести материала

σ_D — предел прочности

хрупкость — свойства тел разрушаться при малой деформации

4 Закон Гука

участок OA: $\sigma \sim \epsilon \Rightarrow \sigma = E \cdot \epsilon$

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow F = \frac{E \cdot S}{l_0} \cdot \Delta l \quad F \sim \Delta l$$

$$E = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l} \text{ — модуль Юнга.}$$

$$[E] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$$

E характеризует сопротивляемость материала деформации

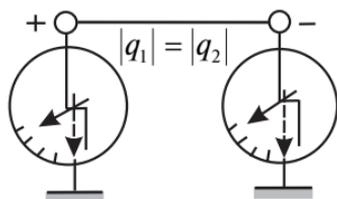
① **Электрический заряд**

$q - \langle \text{стр. 228} \rangle \begin{matrix} \rightarrow \textcircled{e} - \\ \rightarrow \textcircled{p} + \end{matrix} \quad |q_e| = |q_p| = q_{\min}$

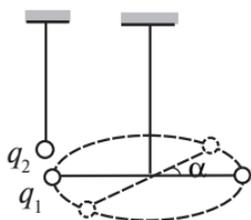


② **Закон сохранения заряда**

$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const} - \langle \text{стр. 231} \rangle$



③ **Закон Кулона**



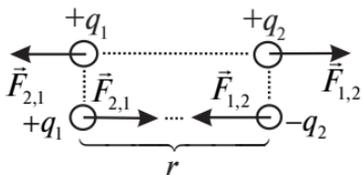
$$\left. \begin{matrix} F \sim q_1 \\ F \sim q_2 \\ F \sim \frac{1}{r^2} \end{matrix} \right\} F \sim \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

$$F_{\text{в.к.}} \propto k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

$\epsilon = \frac{F_{\text{в.к.}}}{F_{\text{ср.е.}}} - \text{диэлектрич. проницаем. среды}$

— $\langle \text{стр. 233} \rangle$

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



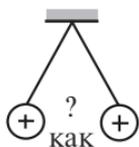
$[q] = \text{Кл} = \text{А} \cdot \text{с}$

$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{М}}{\text{Кл}^2}$ (из опыта)

* (Иногда $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, где

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}}{\text{Н} \cdot \text{М}}$ — электр. постоян.)

4 Электрическое поле



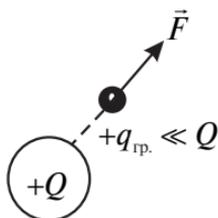
Близкод. и действие на расст. — <подр. § 91>

ФАРАДЕЙ — МАКСВЕЛЛ:

- каждый заряд создает эл. поле;
- взаимодействуют поле — заряд
- эл. поле материально (радиоволны)
- гл. св-во — действие на « q »

91,92

5 Напряженность электрического поля



Опыт:

$$F \sim q \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{|q|}} \quad \text{— <стр. 242>}$$

$$\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}_+$$

$$[E] = \frac{H}{K_{Л}} = \frac{B}{M}$$

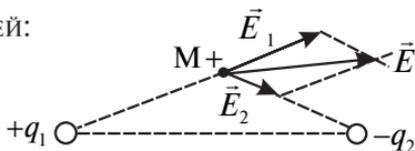
93

$$E_r = \frac{F}{|q|} = \frac{k \cdot |Q| \cdot |q|}{\epsilon r^2 \cdot |q|} = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2}$$

$$\boxed{E_{т.ш.} = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2}} \quad (r > R_{шара})$$

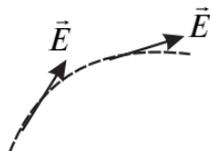
Принцип суперпозиции полей:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

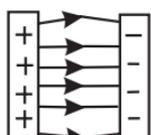
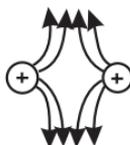
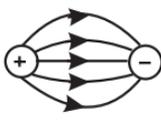
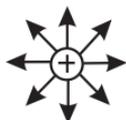


6 Графическое изображение полей

94



Линии напряженности — это ... <стр. 244>
 — имеют начало (+) и конец (-)
 — не пересекаются

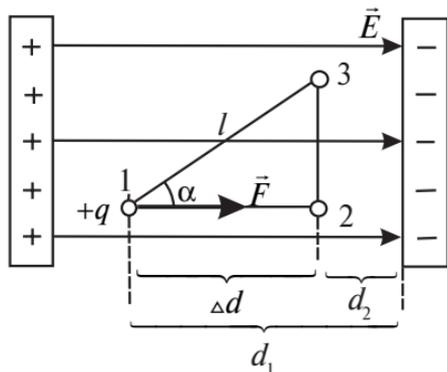


однородное

① **Работа сил электростатического поля**

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО:

- а) «А» не зависит от формы траектории
- б) «А» по замкнутому контуру = 0



$$A_{1-2} = \underline{F} \cdot \underline{S} \cdot \cos(\underbrace{\vec{F}, \vec{S}}_{=1}) = q \cdot E \cdot \Delta d$$

$$A_{2-3} = 0, \text{ т. к. } \cos \alpha = 0$$

$$A_{1-2-3} = A_{1-2} + A_{2-3} = qE\Delta d$$

$$A_{1-3} = qEl \cos \alpha = qE\Delta d$$

$$A_{2-1} = -qE\Delta d \Rightarrow A_{1-2-1} = 0$$

98

② **Потенциал**

$A = qE\Delta d = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1)$ } $Wp = qEd$ — потенц. энергия заряда в данной т-ке поля.
 ПО 3.С.Э.: $A = -\Delta Wp = -(Wp_2 - Wp_1)$

$$\frac{Wp}{q} = \varphi$$

0 — уровень Wp — отрицательная пластина
 — (не зависит от q , а только от поля) — потенциал
 ... <стр. 255>

(энергетическая характеристика поля)

99

③ **Разность потенциалов**

$$A = -(Wp_2 - Wp_1) = -(q\varphi_2 - q\varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \frac{A}{q}$$

— <стр. 255>

— не зависит от выбора 0 — уровня Wp

④ **Единицы φ и U**

$$[\varphi, U] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{Часто «E» не в } \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}, \text{ а в } \frac{\text{В}}{\text{м}}, \\ \text{НО } \frac{\text{В}}{\text{м}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \end{array} \right)$$

5 * Потенциал поля точечного заряда (шара)

$$\boxed{\varphi_{\text{т.ш.}} = k \frac{q}{\epsilon r}}$$

$r > R_{\text{ш}}$

$\varphi = 0$, если $r \rightarrow \infty \Rightarrow$ точки нулевого потенциала нах-ся на бесконечном удалении от данного заряда

6 Знаки φ . φ нескольких зарядов

φ — скаляр, но приписывается знак + или —

$\varphi > 0$, если $q+$ $\varphi < 0$, если $q-$

• q_1

• q_2 • $\varphi = \pm \varphi_1 \pm \varphi_2 \pm \varphi_3 \pm \dots$

• q_3

100

7 Связь E и U



$$\left. \begin{aligned} A_{1-2} &= qE\Delta d \\ A_{1-2} &= q \cdot U \end{aligned} \right\} qE\Delta d = q \cdot U$$

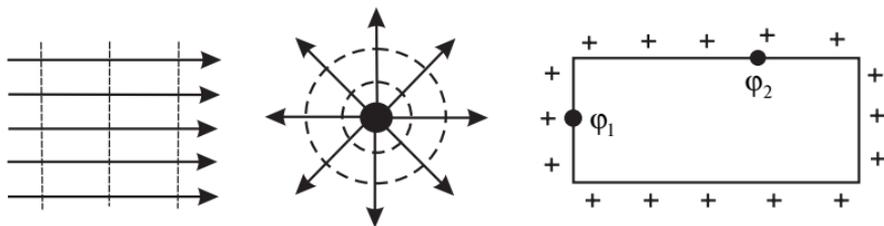
$$\Downarrow$$

$$\boxed{E = \frac{U}{\Delta d}}$$

8 Эквипотенциальные поверхности

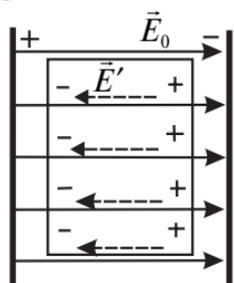
Э.П.П. — поверхности, у которых « φ » одинаковы во всех точках

$\varphi_1 = \varphi_2$, если $A = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow$ Э.П.П. \perp линиям напряженности

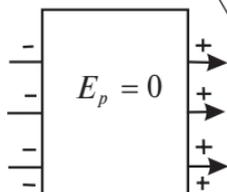


поверхность проводника — Э.П.П.
($\varphi_1 = \varphi_2$)

① Проводники в электрическом поле



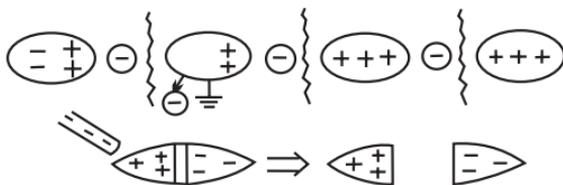
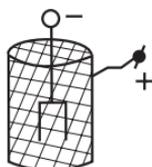
На \bar{e} действует $F = eE_0$
 \Rightarrow кратковр. ток, пока
 $\bar{E}_0 = -\bar{E}'$
 (иначе в проводнике
 шел бы ток, выделялось
 тепло)



95

эл. ст. защита

эл. ст. индукция



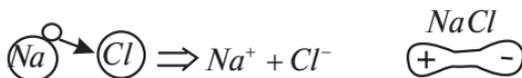
② Диэлектрики в эл. поле

Д. ослабляют основное поле в ϵ раз ($\epsilon_{\text{воды}} = 81$, $\epsilon_{\text{стекла}} = 7$)

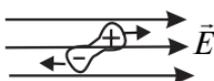
П р и ч и н ы:

96,97

а) полярные диполи



$E_{\text{внеш.}} = 0$



поляризация



$E_{\text{внеш.}} \neq 0$

б) неполярные диполи



$v = 10^{15} \frac{\text{об}}{\text{с}}$

— под влиянием поля
 — центры + и - зарядов
 — смещаются \Rightarrow диэлектрик
 поляризуется

3 Электроемкость



$$\varphi \sim q$$

$$\frac{q}{\varphi} = \text{const} = c'$$

«С» зависит от:

- размеров, формы проводника
- среды (ϵ)
- соседства с другими проводник.

«С» не зависит от:

- q, φ
- материала проводника

$$c_{\text{т.ш}} = \frac{q}{\varphi} = \frac{\epsilon R}{k}$$

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

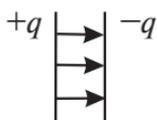
$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$



$$[c] = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{Ф}$$

шар радиусом $9 \cdot 10^6 \text{ км}$

4 Конденсаторы — <стр. 261>



$$c = \frac{|q|}{u}$$

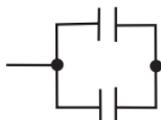
— способны накаплив. большой q

— «С» не зависит от соседства с другими проводн. (т. к. поле сосредот. внутри)

$$C_{\text{пл.ск.}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

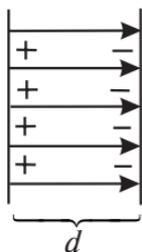
$$(\epsilon_0 \text{ — эл. постоянн.} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2})$$

Бывают воздушные, слюдяные, керамические, бумажн., электролитические, ...



$$c = c_1 + c_2$$

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}$$



$$W = q \cdot \frac{E}{2} \cdot d = \frac{qu}{2}$$

$$q = c \cdot u \Rightarrow W = \frac{cu^2}{2}$$

$$u = \frac{q}{c} \Rightarrow W = \frac{q^2}{2c}$$

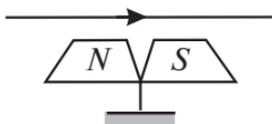
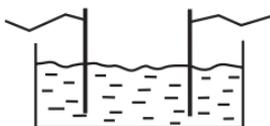
К 10/14 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЗАКОН ОМА. ЗАВИСИМОСТЬ $R(T)$

① Электрический ток — это ... <стр. 270>

Условия существования тока $\nearrow q_{\text{своб.}} (\bar{e}, \text{ионы})$
 $\searrow \Delta\phi$

104,105

ДЕЙСТВИЯ ТОКА
 \swarrow тепловое \downarrow химическое \searrow магнитное

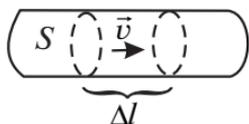


Сила тока I — это ... <стр. 271>

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

$$[I] = A$$

I скаляр

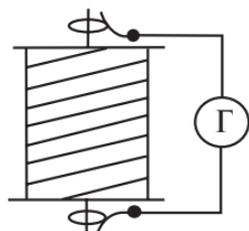


$$I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{qN}{\Delta t} = \frac{qnV}{\Delta t} = \frac{qnS\Delta l}{\Delta t} = qnSv$$

v — скорость упорядоченного движения \bar{e}

$$(v \text{ — мала } \sim \frac{\text{мм}}{\text{с}}; \quad v_{\text{поля}} \sim 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}})$$

② Электрический ток в металлах



Мандельштам и Папалекси (1913 г.)

Стюарт и Толмен (1916 г.)

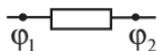
по направлению тока — $q < 0$

$$\text{по } |I|: \frac{q}{m} = \frac{e}{m_e}$$

это \bar{e} !

112

3 Закон Ома



$$I \sim U \Rightarrow I = \frac{1}{R}U \Rightarrow \boxed{I = \frac{U}{R}} \text{ — <стр. 274>}$$

R — сопротивление
(свойство проводника влиять на I в цепи)

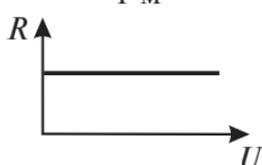
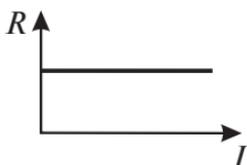
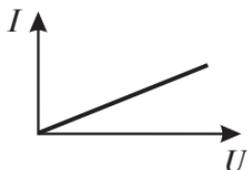
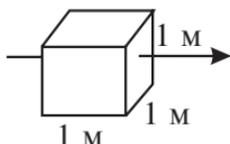
$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow [R] = \frac{B}{A} = \text{Ом}$$

106

Но $R \neq f(U, I)$ $\boxed{R = \frac{\rho l}{S}}$, где

ρ — удельное сопротивление

$\rightarrow l = 1 \text{ м}$
 $\rightarrow S = 1 \text{ м}^2$

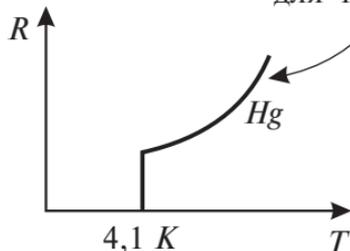


4 Зависимость $R(t^\circ)$. Сверхпроводимость

$$R = f(\rho, l, S, t^\circ)$$

$R = R_0(1 + \alpha t)$, где α — температур. коэфф. сопротивления
для металлов $\alpha > 0$
для электролитов $\alpha < 0$

для чистых металлов $\alpha = \frac{1}{273}$



— сверхпроводимость
(Камерлинг — Оннес — голл.
— 1911 г.
объяснение — Ландау — 1957 г.)

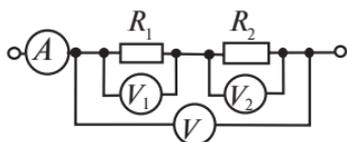
ПРИМЕНЕНИЕ:

— получен $\uparrow I$, \uparrow м./полей
передача I без $Q_{\text{потерь}}$

113,114

① Соединение проводников

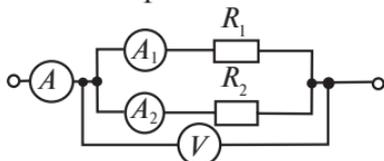
последовательное



- 1) $I_1 = I_2 = I$ (закон сохр. заряда)
- 2) $U = U_1 + U_2$ ($A = A_1 + A_2$ | : q)
- 3)
$$\left. \begin{aligned} U_1 &= I \cdot R_1 \\ U_2 &= I \cdot R_2 \\ U &= I \cdot R \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I \cdot R &= I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \\ &\downarrow \\ R &= R_1 + R_2 \end{aligned}$$

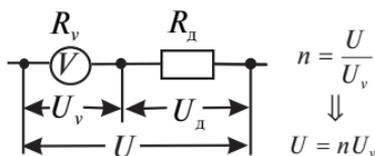


параллельное



- 1) $U_1 = U_2 = U$ («A» не зависит от формы пути)
- 2) $I = I_1 + I_2$ ($q = q_1 + q_2$ | : t)
- 3)
$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{U}{R_1} \\ I_2 &= \frac{U}{R_2} \\ I &= \frac{U}{R} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{U}{R} &= \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \\ &\downarrow \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{aligned}$$

②* Добавочн. сопротивл. Шунт



$$n = \frac{U}{U_v}$$

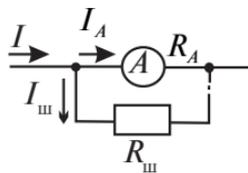
$$\downarrow$$

$$U = nU_v$$

$$U = U_v + U_{ш} \Rightarrow U_{ш} = U - U_v = nU_v - U_v$$

$$\frac{U_v}{U_{ш}} = \frac{R_v}{R_{ш}} \Rightarrow R_{ш} = \frac{R_v U_{ш}}{U_v} = \frac{R_v U_v (n-1)}{U_v}$$

$$R_{ш} = R_v (n-1)$$



$$n = \frac{I}{I_A}$$

$$\downarrow$$

$$I = nI_A$$

$$I = I_A + I_{ш} \Rightarrow I_{ш} = I - I_A = nI_A - I_A$$

$$\frac{I_A}{I_{ш}} = \frac{R_{ш}}{R_A} \Rightarrow R_{ш} = \frac{I_A R_A}{I_{ш}} = \frac{I_A R_A}{I_A (n-1)}$$

$$R_{ш} = \frac{R_A}{(n-1)}$$

③ Работа, мощность, количество теплоты

$$A = U \cdot q = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$$\begin{matrix} \downarrow & & \downarrow \\ (U = IR) & & (I = \frac{U}{R}) \end{matrix}$$

Если проводник неподвижен, то $A = Q$ — закон Джоуля–Ленца

$$[A, Q] = \text{Дж} = \text{В} \cdot \text{Кл} = \text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} = \text{А}^2 \cdot \text{Ом} \cdot \text{с} = \frac{\text{В}^2}{\text{Ом}} \cdot \text{с}$$

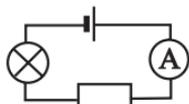
$$P = \frac{A}{t} = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$$

$$[P] = \text{Вт} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{А} \cdot \text{В} = \text{А}^2 \cdot \text{Ом} = \frac{\text{В}^2}{\text{Ом}}$$



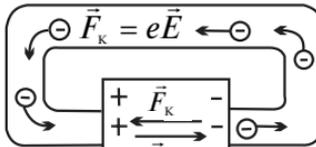
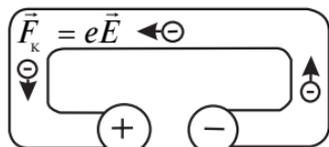
ЭДС. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ

4 ЭДС источника тока



- светится
- стрелка отклоняется
- Q выделяется

} за счет чего?

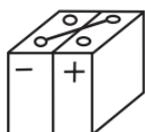


Надо «разделить» q .
 F_k это не могут д.б. $F_{сторонн.}$

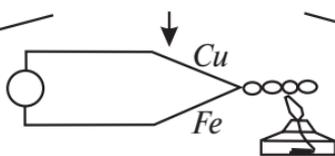
I кратковр. (пока есть $\Delta\phi$)

«насос»

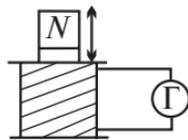
источники тока



химич.



термопара (внутр. энергия)



механическ.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$$

— <стр. 282>

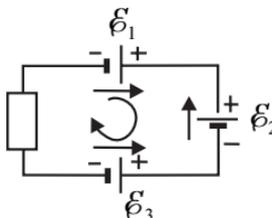
$$[\mathcal{E}] = B \quad \mathcal{E} = \Delta\phi \text{ на полюсах}$$

разомкн. и т.

\mathcal{E} — скаляр, но

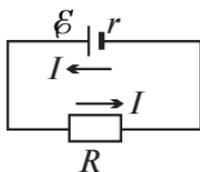


например:



$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3$$

5 Закон Ома для замкнутой цепи



$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q} \Rightarrow A_{ст} = \mathcal{E} \cdot q = \mathcal{E} \cdot I \cdot t$$

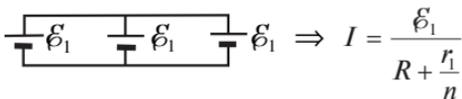
з.с.э.: $\mathcal{E}It = I^2Rt + I^2rt$

$$\mathcal{E} = IR + Ir \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

$\mathcal{E} = U + Ir$ Если $R \rightarrow 0$, то $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$
 — короткое замыкание



$$I = \frac{n\mathcal{E}_1}{R + r_1n}$$

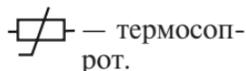
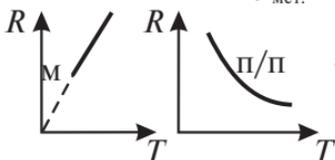


$$\Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_1}{R + \frac{r_1}{n}}$$

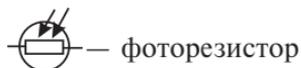
1 Отличие *n/p* от металлов

- а) разное удельное сопротивление
- б) разный характер зависимости $R(T)$

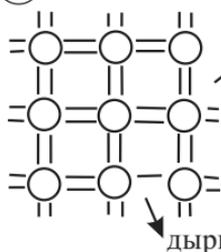
$$\rho_{мет.} < \rho_{п/п} < \rho_{диэл.}$$



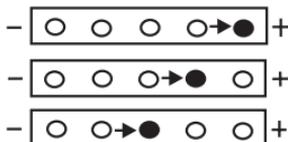
- в) « R » некоторых п/п зависит от освещенности (внутренний фотоэффект)



2 Собственная проводимость *n/p*



Проводимость осуществляется \bar{e} и дырками



3 Примесная проводимость *n/p*

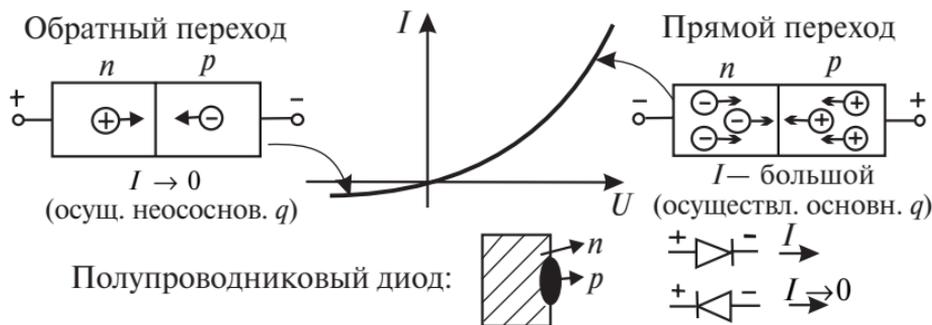
- а) донорные примеси



- б) акцепторные примеси



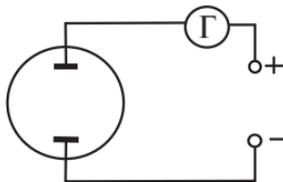
4 Контакт двух *n/p*



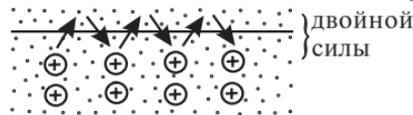
ТОК В ВАКУУМЕ. Т.Э.Э.

① Вакуум. Т.Э.Э.

$p \ll p_{\text{атм.}}$
(до 10^{-13} мм рт. ст.)



$I = 0$
(нет носителей q)
нагреваем катод
— появляется ток

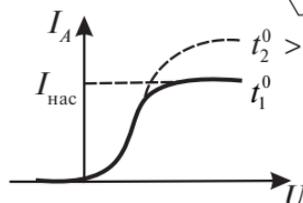
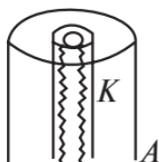
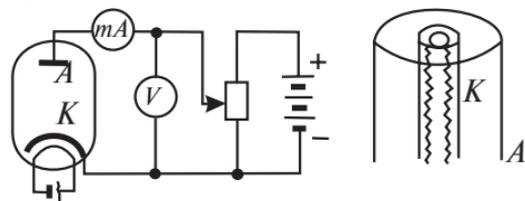


Нужно $\frac{mv^2}{2} \geq A_{\text{вых.}}$
 $f(t^\circ)$ $f(\text{материала})$

Т.Э.Э. — «испарение» свободных e^- из металлов при $\uparrow t^\circ$

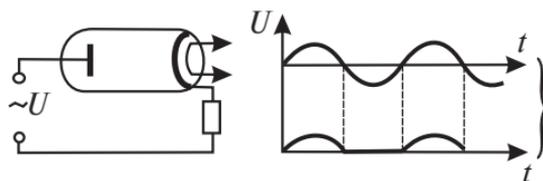
120

② Диод



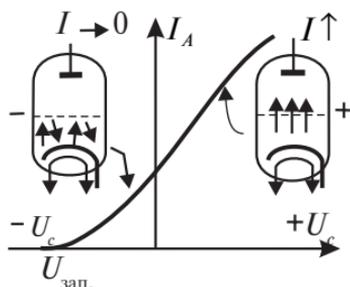
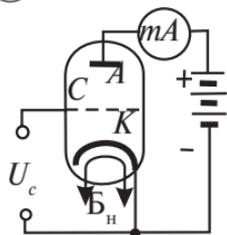
$I = f(U_a, \text{близость } A \text{ и } K, \text{ материала } K)$

↓
оксидный катод

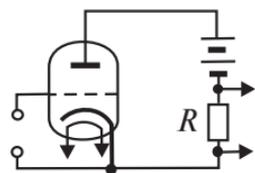


диод как выпрямитель

③ * Триод



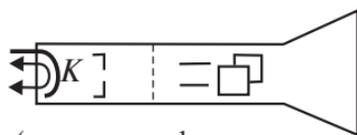
Триод — усилитель



121

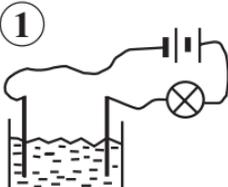
④ Электронные пучки Э.Л.Т.

- при попадании на тела их нагревают;
- при торможении e^- — рентген. изл.;
- свечение некоторых веществ;
- отклоняются в эл. и магн. полях



(осциллограф, телевизор, радар, ЭВМ)

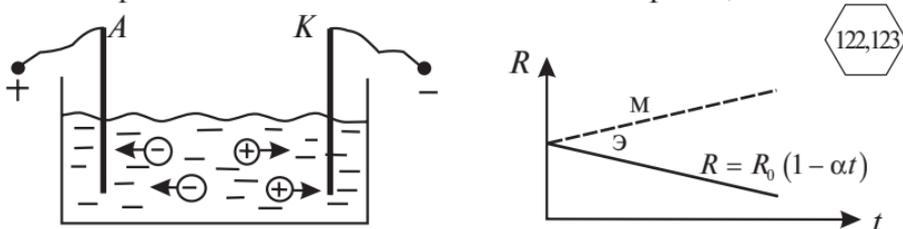
К 10/17 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ

①  Ж. бывают изоляторы, проводн., п/проводн.
 Ж. проводн. $\begin{cases} \rightarrow \text{с } \bar{e} \text{ провод. (ртуть, распл. металлы)} \\ \rightarrow \text{с ионной провод. (электролиты)} \end{cases}$

Электролитическая диссоциация — распад молекул вещества на ионы под действием растворителя



Электролиз — выделение вещества на электродах при окислительно-восстановительных реакциях



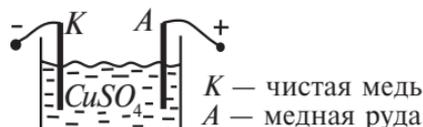
② Закон электролиза (Фарадея)

$$m = m_{0_i} \cdot N_i = \frac{M}{N_A} \cdot \frac{q}{q_{0_i}} = \frac{M \cdot I \cdot \Delta t}{N_A \cdot e \cdot n} = k \cdot I \cdot \Delta t$$

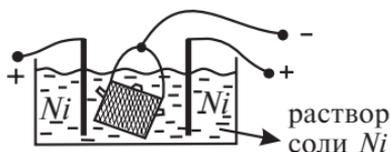
k — электрохимический эквивалент

③ Использование электролиза в технике

а) получение чистой меди



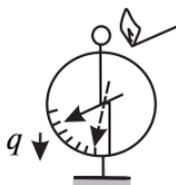
б) никелирование,
хромирование,
золочение



в) гальванопластика — получение металл. копий с рельефных изображений. (Якоби) (матрицы в типографии)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ГАЗАХ

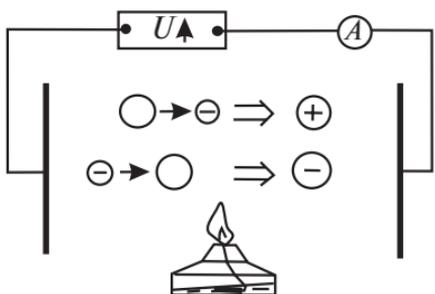
газ → проводник
или ?
→ изолятор



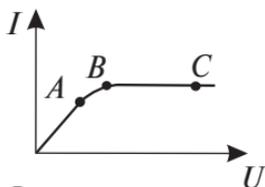
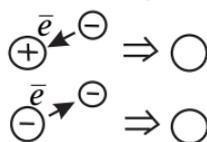
124-126

Под воздействием ионизатора газ становится проводником

← пламя ультраф. рентг. радиоакт. →

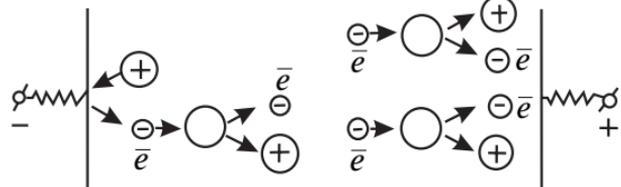
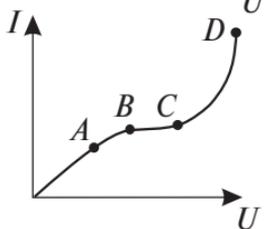


рекомбинация:



$$U \uparrow \Rightarrow E \uparrow \Rightarrow F \uparrow \Rightarrow a \uparrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow n \uparrow \Rightarrow I \uparrow$$

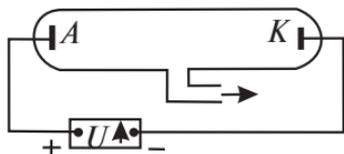
$$E = \frac{U}{d} \quad F = Eq \quad a = \frac{F}{m} \quad v = at \quad n \sim v \quad I = \frac{nq}{t}$$



Виды газового разряда

а) тлеющий разряд ($p < p_A$)

б) дуговой разряд (Петров 1802 г.)



(дуговые печи, «Юпитер», прожектор)

в) коронный разряд

г) искра (молния)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ



МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

КВВК-10/1

1. Сформулировать основные положения МКТ.
2. Перечислить прямые и косвенные доказательства I положения МКТ.
- 3–6. Что называется относительной атомной массой, количеством вещества, молем, молярной массой?
7. Как найти молярную массу вещества, имея таблицу Менделеева? В чем она измеряется?
8. Как доказать, что молекулы движутся?
9. Чем объяснить, что два рядом расположенных атома притягиваются друг к другу? Отталкиваются?
10. Приведите примеры, свидетельствующие о наличии сил отталкивания и притяжения между атомами.
11. Нарисовать график взаимодействия атомов.
12. Что такое идеальный газ?
13. Уравнение Клаузиуса и Больцмана.
14. Какое соотношение между $t^{\circ}\text{C}$ и K ? Почему нельзя достичь абсолютного нуля температур?
15. Уравнение Менделеева–Клапейрона и Клапейрона.
16. Формулировка и формула закона Бойля–Мариотта. Какому процессу он соответствует?
17. То же о законе Гей–Люссака.
18. То же о законе Шарля.

ТЕРМОДИНАМИКА

КВВК-10/2

1. Что называется внутренней энергией? Чему равна внутренняя энергия одноатомного газа?
2. Какие вы знаете способы изменения внутренней энергии?
3. Как найти количество теплоты при нагревании тела, сгорании топлива, плавлении, парообразовании?
4. Как найти количество теплоты при охлаждении, отвердевании, конденсации?
5. Как в термодинамике найти работу газа при изобарном процессе? при других процессах?

6. Формула I закона термодинамики. В каких случаях каждая из величин, входящих в формулу, положительная? отрицательная? равна нулю?

7. Что такое тепловой двигатель? Какие виды тепловых двигателей бывают? Из каких основных частей состоят?

8. Почему КПД теплового двигателя не может быть 100%? Чему равен КПД идеального теплового двигателя?

9. Какие бывают два вида парообразования и чем они в принципе отличаются?

10. Что такое насыщенный и ненасыщенный пар?

11. Как зависит температура кипения от внешнего давления и почему?

12. Что называется абсолютной и относительной влажностью воздуха?

13. Почему знание абсолютной влажности недостаточно? Как называются приборы, служащие для определения влажности?

14. Перечислить свойства кристаллических и аморфных тел.

15. Что называется полиморфизмом? Привести пример.

16. Что называется анизотропией? Привести пример.

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

КВВК-10/3

1. Что называется электрическим зарядом?

2. Какие элементарные частицы обуславливают наличие заряда у тела? Как они заряжены? Как они взаимодействуют друг с другом?

3. Что такое электризация? Как ее осуществить?

4. Что значит: тело заряжено положительно? отрицательно?

5. Сформулировать закон сохранения заряда.

6. Формулировка и формула закона Кулона.

7. Чему равен коэффициент k ? Что такое ϵ ?

8. Свойства электростатического поля.

9. Что называется напряженностью электрического поля? Единица напряженности. Куда направлен вектор \vec{E} ?

10. Формула напряженности поля, созданного точечным зарядом, шаром.

11. Определение и свойства линий напряженности (силовых линий) электрического поля.

12. В чем заключается принцип суперпозиции полей?
13. Что называется потенциальным полем? Примеры потенциальных полей.
14. Определение, формула и единица потенциала.
15. Определение, формула и единица разности потенциалов.
16. Формула потенциала поля, созданного точечным зарядом, шаром. Формула, связывающая напряженность и напряжение.
17. Почему отсутствует поле внутри статически заряженного проводника?
18. Как ведут себя диэлектрики в электрическом поле?
19. Определение, единица и формула электроемкости уединенного проводника.
20. От чего зависит электроемкость проводника?
21. Что такое конденсатор? В чем преимущество конденсаторов перед уединенным проводником?
22. Формула электроемкости конденсатора. Формула электроемкости плоского конденсатора.
23. Как найти электроемкость при последовательном и параллельном соединении конденсаторов?
24. Формула энергии заряженного конденсатора.

ПОСТОЯННЫЙ ТОК

КВВК-10/4

1. Что называется электрическим током?
2. Каковы условия существования электрического тока?
3. Действия электрического тока. В чем они заключаются?
4. Что называется силой тока; формула силы тока; единица силы тока; как называется прибор для измерения силы тока и как он включается в цепь?
5. Каково направление тока?
6. Как связана сила тока с величинами микромира?
7. С какой скоростью двигаются электроны в проводнике? распространяется электрическое поле?
8. Что представляет собой электрический ток в металлическом проводнике?
9. Что называется напряжением? Формула, единица напряжения. Как называется прибор, служащий для измерения напряжения и как он включается в цепь?

10. Закон Ома для участка цепи (формула, график, вольт-амперная характеристика).
11. Что называется сопротивлением? Единица измерения сопротивления.
12. От чего зависит сопротивление проводника? Привести формулу.
13. Что такое удельное сопротивление, единицы его измерения?
14. Как зависит сопротивление проводника от силы тока и напряжения? (Нарисовать графики и объяснить.)
15. Как зависит сопротивление проводника от его температуры? Привести формулу.
16. Что такое сверхпроводимость? Нарисовать график.
17. Законы последовательного соединения проводников.
18. Законы параллельного соединения проводников.
19. Формулы работы, энергии, количества теплоты, выделяющихся в проводнике при прохождении электрического тока.
20. Формулы и единицы мощного электрического тока.
21. Что называется ЭДС источника, в чем она измеряется, как определяется ЭДС на опыте?
22. Что такое источники тока?
23. Закон Ома для замкнутой цепи.
24. Что такое короткое замыкание? Формула силы тока при коротком замыкании.

ТОК В СРЕДАХ

КВВК-10/5

1. Что такое электролитическая диссоциация, электролиз?
2. Что является источником электрического заряда в электролитах?
3. Как зависит сопротивление электролита от температуры (формула, объяснение)?
4. Формула закона Фарадея для электролиза.
5. Примеры использования электролиза в технике.
6. Газ — это проводник или изолятор? Ответ обосновать.
7. Что такое ионизация? ионизатор?
8. Привести примеры газовых разрядов.
9. Как можно создать электрический ток в вакууме?

10. Что называется термоэлектронной эмиссией? Что такое двойной слой?
11. Нарисовать вольт-амперную характеристику диода.
12. Перечислить свойства электронных пучков.
13. Как устроена электронно-лучевая трубка? Где она применяется?
14. Перечислите принципиальные отличия полупроводников от металлов.
15. Как осуществляется собственная проводимость полупроводников?
16. Что такое полупроводник n -типа?
17. Что такое полупроводник p -типа?
18. Нарисуйте график p — n перехода.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ



ЗАДАЧИ НА ПОВТОРЕНИЕ. «КИНЕМАТИКА»

Т 10/1

1. При обгоне автомобиль стал двигаться с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$ и через 5 с достиг скорости 23 м/с . Какой путь прошел автомобиль за это время?

2. Поезд двигался со скоростью 54 км/ч . При торможении до полной остановки он прошел 500 м . Определить ускорение и время движения.

3. Поезд движется от остановки и проходит 30 м за 10 с . Какую скорость приобрел поезд в конце этого пути?

4. С какой скоростью двигался поезд до начала торможения, если при торможении он прошел до остановки 225 м с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$? Найти время торможения.

5. Катер движется со скоростью 72 км/ч . При торможении до полной остановки он прошел 200 м . Определить ускорение и время торможения.

6. Ружейная пуля движется внутри ствола длиной 60 см в течение $0,004 \text{ с}$. Найти скорость пули при вылете из ствола и ускорение ее движения внутри ствола.

7. Цирковой артист при падении в сетку имел скорость 9 м/с . С каким ускорением и сколько времени происходило торможение, если до полной остановки артиста сетка прогнулась на $1,5 \text{ м}$?

8. Санки скатываются с горы длиной 72 м в течение 12 с . Определить ускорение саней и скорость их в конце пути.

9. Трамвай двигался со скоростью 12 м/с и был заторможен в течение 1 мин . Найти длину тормозного пути, считая движение трамвая равнозамедленным.

10. Поезд прошел от станции расстояние $1,5 \text{ км}$. За это время он развил скорость 54 км/ч . Определить ускорение и время разгона поезда.

11. Автомобиль при движении со скоростью 36 км/ч останавливается торможением в течение 2 с . Какое ускорение получает автомобиль при торможении и какое расстояние он проходит до остановки?

12. Какой путь пройдет катер, если он будет двигаться 5 с с постоянной скоростью 10 м/с , а затем 5 с с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?

13. Начав двигаться, тело достигло скорости 50 м/с , пройдя путь 50 м . Определить время, за которое тело прошло этот путь.

14. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с , ударилась о деревянную доску и углубилась в нее на 20 см . Сколько времени двигалась пуля внутри доски?

15. По полу катится шар. Его начальная скорость $1,6 \text{ м/с}$, а ускорение — 16 см/с^2 . Через сколько секунд шар остановится? Как далеко он прокатится?

ЗАДАЧИ НА ПОВТОРЕНИЕ. «ДИНАМИКА»

Т 10/2

1. Автомобиль массой 10 т движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тяги автомобиля, если сила трения 1000 Н ?

2. Катер массой 5 т трогается с места с ускорением 1 м/с^2 . Какую силу тяги развивает мотор катера при этом движении, если коэффициент трения $0,2$?

3. Пассажирский поезд массой 400 т движется со скоростью 54 км/ч . Определить силу торможения, если тормозной путь поезда 150 м .

4. Какова масса саней, если они двигаются под действием силы 30 Н с ускорением 4 м/с^2 ? Коэффициент трения полозьев о снег $0,2$.

5. С каким ускорением движется автомобиль при торможении, если коэффициент трения его колес о дорогу равен $0,3$?

6. Автомобиль массой 1000 кг , двигаясь из состояния покоя, проходит за 5 с путь 50 м . Чему равна сила тяги, если сила трения 500 Н ?

7. Автомобиль массой 5 т , движущийся со скоростью 36 км/ч , остановлен тормозами на пути $12,5 \text{ м}$. Определить силу торможения.

8. Подвешенное к динамометру тело массой 2 кг поднимается вертикально. Что покажет динамометр при подъеме с ускорением 2 м/с^2 ? при равномерном подъеме?

9. Поезд массой 800 т идет со скоростью 54 км/ч . Через сколько времени он остановится под действием тормозящей силы в 10^5 Н ?

10. Трамвай массой 20 т, отходя от остановки, на расстоянии 50 м развил скорость 8 м/с. Определить силу тяги двигателей трамвая, если коэффициент трения 0,036.

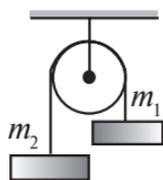


Рис. 21

11. Определить ускорение и силу натяжения нити, если $m_1 = 8$ кг; $m_2 = 12$ кг (рис. 21).

12. С какой силой груз в 10 кг давит на подставку, если она вместе с грузом: а) поднимается вертикально вверх с ускорением $0,4$ м/с²; б) движется равномерно; в) опускается с ускорением $0,2$ м/с²; г) свободно падает?

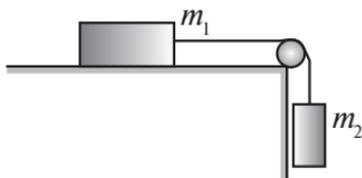


Рис. 22

13. Определить ускорение и силу натяжения нити, если $m_1 = 6$ кг, $m_2 = 4$ кг, коэффициент трения первого бруска о стол $0,2$ (рис. 22).

14. Парашютист, достигнув в затяжном прыжке скорости 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 2 с скорость его уменьшилась до 5 м/с. Найти силу натяжения стропов парашюта, если масса парашютиста 80 кг.

15. Хоккейная шайба, скользящая по поверхности льда равномерно, остановилась, пройдя 50 м. Определить начальную скорость, если коэффициент трения шайбы о лед $0,1$.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ НЬЮТОНА

1 группа

Д 10/1

1. Автомобиль массой 3 т движется по горизонтальной поверхности с ускорением $1,5$ м/с². Чему равна сила тяги, если сила трения 1000 Н?

2. С каким ускорением лыжник спускается с горки, угол наклона которой к горизонту 30° ? Трением пренебречь.

3. С каким ускорением тело массой 3 кг будет подниматься по наклонной плоскости с углом наклона 26° под действием силы $19,2$ Н? Трением пренебречь.

4. Определить силу тяги двигателей трамвая массой 20 т, если он движется с ускорением $0,7 \text{ м/с}^2$, а коэффициент трения равен 0,2.

5. Самолет делает «мертвую петлю» радиусом $R = 100 \text{ м}$ и движется по ней со скоростью $280,8 \text{ км/ч}$. С какой силой тело летчика весом $P = 800 \text{ Н}$ будет давить на сидение самолета в верхней и нижней точках петли?

6. Определить силу трения вагонетки, скатывающейся с горки с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, если угол наклона горки к горизонту 30° . Масса вагонетки 2 т.

7. Какую силу надо приложить, чтобы поднять по наклонной плоскости тело массой 8 кг с ускорением 3 м/с^2 , если угол наклона плоскости к горизонту 30° ? Трением пренебречь.

8. Мост прогибается под тяжестью поезда массой 1200 т, образуя дугу радиусом 400 м. Определить силу давления поезда на середину моста, если скорость его движения 18 км/ч .

9. С каким ускорением скатывается с горки автомобиль с выключенным мотором, если его масса 1 т, сила трения 1000 Н , угол наклона горки с горизонтом 20° ?

10. С какой силой давит трамвай массой 9 т на рельсы на выпуклом и вогнутом участках пути, если радиус кривизны рельсов 12 м, а скорость трамвая $7,2 \text{ км/ч}$?

2 и 3 группы

Д 10/2

1. Тело соскальзывает с наклонной плоскости с углом наклона 45° , коэффициент трения 0,2. Найти ускорение движения тела.

2. Каков должен быть минимальный коэффициент трения скольжения между шинами автомобиля и асфальтом, чтобы автомобиль мог пройти закругление радиусом 200 м при скорости 108 км/ч ?

3. Канат выдерживает нагрузку 2000 Н. С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз массой 120 кг?

4. Какую силу надо приложить к телу массой 6 кг, чтобы оно перемещалось вверх по наклонной плоскости ($\alpha = 30^\circ$) с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$? Коэффициент трения 0,3.

5. Трамвайный вагон массой 15 т движется по выпуклому мосту с радиусом кривизны 50 м. Определить скорость трамвая, если его давление на середину моста равно 102 кН .

6. По эстакаде вверх поднимается вагонетка массой 50 кг под углом 15° к горизонту под действием силы 230 Н. Коэффициент трения 0,1. Найти ускорение и силу натяжения каната.

7. Автомобиль массой 3 т движется с постоянной скоростью 36 км/ч: а) по выпуклому мосту; б) по вогнутому мосту; в) по горизонтальному мосту. Радиус кривизны в случаях а) и б) равен 20 м. С какой силой давит автомобиль на мост в каждом случае?

8. Груз массой 20 т равномерно перемещают с помощью лебедки по наклонному деревянному настилу длиной 5 м и высотой 1 м. Определить натяжение каната лебедки при движении на спуске, если коэффициент трения 0,05.

9. Велосипедист массой 80 кг движется по аттракциону «мертвая петля» со скоростью 54 км/ч. Радиус петли 4,5 м. Найти силу давления велосипедиста в верхней и нижней точках петли.

10. Санки массой 2 кг, скатываясь с высокой горки, вновь въезжают на горку, радиус кривизны которой 2,5 м. Чему равен вес санок в верхней точке, если скорость их в этой точке 3 м/с? При какой скорости санок в верхней точке они будут в состоянии невесомости?

1 группа

Т 10/3

1. С каким ускорением скользят сани с горки, угол наклона которой к горизонту 21° ? Трением пренебречь.

2. С каким ускорением скатывается тело массой 3 кг с наклонной плоскости с углом наклона 15° , если сила трения 1,8 Н?

3. С каким ускорением скатывается тело с наклонной плоскости, если угол ее наклона к горизонту 30° , а коэффициент трения 0,3?

4. Определить силу тяги автомобиля массой 6 т, который поднимается с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$ по наклонной плоскости с углом наклона 7° , если сила трения 680 Н.

5. С каким ускорением скатывается тело массой 2 кг с наклонной плоскости с углом наклона 28° , если сила трения 1,4 Н?

6. С машины скатывают бочку по наклонной доске длиной 2 м с ускорением 3 м/с^2 . Определить высоту кузова машины, если трение бочки о доску пренебрежимо мало.

7. Самолет описывает в вертикальной плоскости петлю Нестерова радиусом 288 м. Как велика сила, прижимающая летчика к сидению в наивысшей и наинизшей точках петли, если масса летчика 80 кг, а скорость самолета 432 км/ч?

8. С каким ускорением скатывается тело с наклонной плоскости, если угол ее наклона к горизонту 60° , а коэффициент трения 0,4?

9. Вагонетку поднимают по эстакаде с углом наклона 30° к горизонту. Масса вагонетки 2 т. Определить силу натяжения троса, если вагонетка движется с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, коэффициент трения 0,05.

10. Самолет при скорости 396 км/ч делает в вертикальной плоскости петлю Нестерова радиусом 150 м. С какой силой летчик давит на сидение в наивысшей и наинизшей точках петли, если его масса 80 кг?

11. Тело брошено вверх по наклонной плоскости с углом наклона 25° . Найти ускорение движения, если коэффициент трения 0,25.

12. Сани массой 6 кг поднимаются на горку с углом наклона 40° с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какую силу надо приложить к санкам для их подъема, если коэффициент трения 0,3?

13. Автомобиль массой 3 т движется со скоростью 36 км/ч: а) по выпуклому мосту; б) по вогнутому мосту; в) по горизонтальному мосту. Радиус кривизны в случаях а) и б) $R = 20 \text{ м}$. С какой силой давит автомобиль на мост в каждом случае?

14. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сидение при прохождении положения равновесия со скоростью 6 м/с?

15. Вагон спускается с сортировочной горки. Начальная скорость $v_0 = 0$. Высота сортировочной горки 40 м, длина 400 м. Коэффициент трения 0,05. Определить скорость вагона в конце горки.

2 группа

Т 10/4

1. Мальчик вращает в вертикальной плоскости грузик массой 0,1 кг, привязанный к веревке длиной 0,5 м. Определить силу натяжения веревки в момент нахождения грузика в верхней и

нижней точках окружности вращения, если частота вращения 120 об/мин.

2. Чему равен коэффициент трения колес автомобиля о дорогу, если автомобиль удерживается тормозом на горке с углом наклона 8° ?

3. Какова скорость самолета при выполнении «мертвой петли» радиусом 200 м, если в верхней точке петли летчик: а) находится в состоянии невесомости; б) давит на сидение с силой, равной собственному весу?

4. Тело массой m покоится на наклонной плоскости с углом наклона α . Чему равна сила трения? Изменится ли она и как, если угол наклона увеличить?

5. Тело начинает соскальзывать с наклонной плоскости с углом наклона 45° , коэффициент трения 0,4. Составить уравнение движения и определить скорость через 2 с.

6. Вычислить первую космическую скорость на высоте R от поверхности Земли, если радиус земного шара $R = 6400$ км. Чему равен период обращения такого спутника?

7. Мотоциклист движется со скоростью 72 км/ч по кругу радиусом 45 м. Найти угол наклона мотоциклиста к горизонту.

8. Дорожка для велосипедных гонок делает закругление с радиусом 40 м. Дорожка сделана с наклоном 30° к горизонту. На какую скорость рассчитан такой наклон?

9. Может ли спутник обращаться вокруг Земли по круговой орбите со скоростью 1 км/с? При каком условии это возможно?

10. По кривой какого радиуса проедет велосипедист, если он движется со скоростью 6 м/с? Предельный угол наклона велосипедиста к дороге 50° .

11. Тело лежит на наклонной плоскости с углом наклона 4° . Определить: 1) при каком предельном значении коэффициента трения тело начнет скользить по наклонной плоскости? 2) с каким ускорением будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения равен 0,03? 3) сколько времени потребуется для прохождения при таких условиях 100 м пути? 4) какую скорость тело будет иметь в конце этого пути?

12. Человек находится на краю круглой горизонтальной платформы радиусом 4 м. Сколько оборотов в секунду должна делать платформа вокруг вертикальной оси, чтобы человек не смог удержаться на ней при коэффициенте трения 0,16?

13. Сколько времени тело будет двигаться вверх по наклонной плоскости до остановки, если ему сообщить начальную скорость 10 м/с , угол наклона плоскости к горизонту 30° , а коэффициент трения $0,3$?

14. Поезд движется по закруглению радиусом 800 м со скоростью 72 км/ч . Определить, на сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего. Расстояние между рельсами принять равным $1,5 \text{ м}$.

15. Диск катится, наклонившись под углом 60° к горизонтальной площадке, и делает дугу радиусом 6 м . Найти скорость движения диска.

3 группа

Т 10/5

1. По наклонной плоскости длиной 18 м и высотой 6 м равномерно втащили груз массой 180 кг , приложив силу 770 Н , направленную вдоль плоскости. Найти коэффициент трения.

2. Шарик движется по выпуклой полусфере с радиусом $1,6 \text{ м}$. В верхней точке полусферы находится отверстие, несколько превышающее диаметр шарика. С какой скоростью должен двигаться шарик, чтобы не провалиться в это отверстие?

3. Груз массой 100 кг равномерно перемещают по горизонтальной поверхности, прикладывая силу под углом 30° к горизонту. Найти величину этой силы в двух случаях: а) груз тянут; б) груз толкают. Коэффициент трения $0,3$. Что выгоднее: тянуть или толкать груз?

4. Тело массой m соскальзывает с наклонной плоскости с углом наклона α . Чему равна сила трения? Изменится ли она и как, если угол наклона уменьшится?

5. Автомобиль массой 2 т движется по выпуклому мосту со скоростью 36 км/ч . Определите силу давления автомобиля на мост в положениях 1 и 2 (рис. 23). Радиус кривизны моста 50 м .

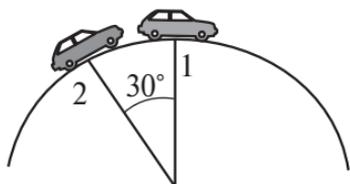


Рис. 23

6. На какую высоту следует поднять наружный рельс железнодорожного пути на закруглении радиусом 300 м при ширине колеи $1,52 \text{ м}$ для скорости движения поездов 30 км/ч ?

7. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите со ско-

ростью 7 км/с. Определить расстояние от поверхности Земли до спутника.

8. Конический маятник имеет высоту h . Каков его период?

9. Вагон спускается с сортировочной горки. Какой длины должен быть участок горки с уклоном 0,04 ($\operatorname{tg} \alpha = 0,04$), чтобы скорость в конце этого участка была не менее 4,5 м/с и не более 5,5 м/с? $v_0 = 0$; коэффициент трения 0,02.

10. На горизонтально вращающемся столике укреплен вертикальный стержень, к вершине которого привязана нить. К концу нити прикреплен шарик массой m . С какой частотой вращается столик, если нить составляет с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$? Длина нити $l = 6$ см; расстояние стержня от оси вращения $r = 10$ см.

11. Чему равна наибольшая скорость мотоциклиста, если он будет ехать по наклонному треку с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ при радиусе 90 м?

12. Найти натяжение нити T при движении брусков, если μ_1 — коэффициент трения верхнего бруска — в 2 раза больше коэффициента трения нижнего бруска. Массы брусков одинаковы и равны $m_1 = m_2 = m$ (рис. 24).

13. Тело брошено вверх по наклонной плоскости с углом наклона 28° ($v_0 = 13$ м/с, коэффициент трения 0,2). Найти время подъема тела до остановки и время спуска.

14. Определить ускорение и силы натяжения нитей T_1 и T_2 (рис. 25), если массы грузов $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 4$ кг, $m_3 = 5$ кг, а угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения $\mu = 0,2$.

15. Груз массой 0,1 кг, подвешенный к шнуру длиной 1 м, движется равномерно по окружности в горизонтальной плоскости так, что шнур описывает коническую поверхность и отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. Определить силу натяжения нити и период вращения груза.

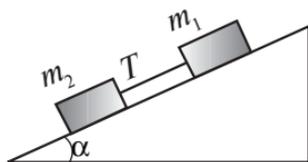


Рис. 24

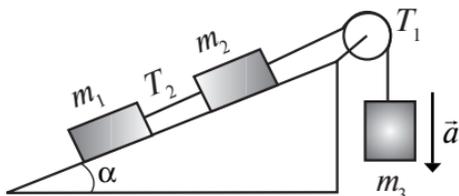


Рис. 25

ДВИЖЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

1 группа

Т 10/6

1. Камень свободно падал до дна ущелья 5 с. Какова глубина ущелья?

2. Тело свободно падает с высоты 45 м над землей. Какую скорость имеет тело в момент удара о землю?

3. Тело свободно падает с высоты 25 м. Определить время его падения и скорость в момент удара о землю.

4. Камень упал со скалы высотой 80 м. Определить скорость камня в момент удара о землю.

5. С какой высоты упало тело, если в момент удара о землю скорость тела равна 25 м/с? Сколько времени падало тело?

6. Пуля вылетает из баллистического пистолета вертикально вверх со скоростью 2 м/с. На какой высоте от пистолета будет пуля через 0,1 с? Какова будет скорость на этой высоте?

7. Стрела выпущена из лука вертикально вверх со скоростью 40 м/с. Какова максимальная высота подъема стрелы?

8. Мяч подброшен вертикально со скоростью 20 м/с. На какой высоте он окажется через 2 с? Какова будет его скорость через 1 с?

9. Тело свободно падает с высоты 40 м. Определить скорость тела в момент удара о землю. Сколько времени падало тело?

10. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте оно окажется через 3 с? Какова будет его скорость на этой высоте?

11. Мяч, брошенный горизонтально со скоростью 12 м/с, упал на землю через 3 с. С какой высоты был брошен мяч? Какова дальность его полета?

12. Тело брошено горизонтально с высоты 20 м со скоростью 5 м/с. Определить дальность полета и время полета.

13. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 25 м/с. На какой высоте оно окажется через 2 с? Какова будет на этой высоте его скорость?

14. Пуля, вылетевшая из баллистического пистолета горизонтально со скоростью 3 м/с, упала на землю через 1 с. Определить с какой высоты вылетела пуля и какова дальность ее полета.

15. Мяч брошен горизонтально со скоростью 10 м/с. Дальность полета 20 м. Определить время движения и высоту, с которой был брошен мяч.

2 группа

Т 10/7

1. Определить глубину ущелья, если камень достиг его дна за 6 с. С какой скоростью камень ударился о дно?

2. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на поверхность земли через 5 с. Найти высоту и начальную скорость мяча.

3. Стрела, выпущенная вертикально вверх со скоростью 50 м/с, попадает в цель через 3 с. На какой высоте находилась цель и какова была скорость стрелы при попадании ее в цель?

4. Тело падает с высоты 490 м. Определить время падения и его скорость в момент достижения поверхности земли.

5. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте оно окажется через 2 с? Какова максимальная высота подъема тела?

6. Вертолет равномерно опускается вертикально вниз со скоростью 10 м/с. С него сбрасывают пакет, который достиг поверхности земли через 5 с. На какой высоте находился вертолет в момент сбрасывания? С какой скоростью пакет ударился о землю?

7. Сигнальная ракета, выпущенная горизонтально со скоростью 40 м/с с высоты 80 м, достигает земли. Определить дальность ее полета.

8. Какой путь проходит свободно падающее тело в четвертую секунду? На сколько увеличивается скорость тела за это время?

9. Максимальная дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 10 м/с, равна 20 м. С какой высоты было брошено тело?

10. Мальчик бросил вертикально вверх тело и поймал его через 2 с. На какую высоту поднялось тело и какова его начальная скорость?

11. Тело свободно падает с высоты 80 м. Сколько секунд падало тело? Какой путь проходит оно в последнюю секунду падения?

12. Найти начальную и конечную скорости камня, брошенного горизонтально с высоты 5 м, если по горизонтали он пролетел 10 м.

13. Девочка бросила мяч горизонтально из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 4 м от основания дома?

14. Пуля вылетает из баллистического пистолета вертикально вверх со скоростью 2 м/с. На какой высоте будет пуля через 0,1 с? Какова максимальная высота подъема? Определить время движения пули.

15. Тело свободно падает с высоты 125 м. Определить путь, пройденный телом за последние 2 с падения.

3 группа

Т 10/8

1. Во сколько раз отличаются высоты, с которых падают тела на Луне и на Земле, если их скорости в момент удара о поверхности одинаковы? (Ускорение свободного падения на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$.)

2. Нефть из скважины бьет на высоту 40 м. Какова скорость нефтяного фонтана у поверхности Земли? Сколько времени поднимается каждая частичка нефти до этой высоты?

3. Какой путь пройдет свободно падающее тело за восьмую секунду? На сколько увеличивается скорость тела за это время?

4. Спортсмен прыгает с вышки в воду. На сколько секунд сопротивление воздуха увеличивает время падения, если высота вышки 10 м, а время падения 1,8 с?

5. Одно тело свободно падает с высоты h ; одновременно с ним начинает движение другое тело с большей высоты H . Какова должна быть начальная скорость v_0 второго тела, чтобы они упали одновременно?

6. С воздушного шара, поднимающегося со скоростью 10 м/с, сбрасывают камень, который достигает поверхности Земли через 8 с. На какой высоте находился шар в момент сбрасывания камня?

7. Тело брошено горизонтально с высоты 40 м со скоростью 5 м/с. Определить дальность полета и скорость тела в момент удара о землю.

8. Определить высоту телевизионной башни в Останкино, если шарик, падая с башни без начальной скорости, последние 185 м пути пролетел за 2 с. Сопротивлением воздуха пренебречь.

9. Сравните время свободного падения тел на Земле и на Луне, если высота, с которой падают тела, одна и та же. Ускорение свободного падения на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$.

10. С самолета, летящего горизонтально со скоростью 144 км/ч , сбросили пакет с почтой. На какой высоте летел самолет, если за время падения пакет сместился в горизонтальном направлении на 152 м ? Какова скорость пакета в момент падения?

11. Мяч брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v_0 = 20 \text{ м/с}$. Определить наибольшую высоту подъема и дальность полета мяча.

12. Самолет летит на высоте 400 м со скоростью 300 км/ч . С самолета надо сбросить вымпел на судно, которое движется со скоростью 22 км/ч , навстречу самолету. На каком расстоянии от судна надо сбросить вымпел? С какой скоростью он ударится о палубу судна и под каким углом к горизонту?

13. Тело, брошенное вертикально вверх, побывало на одной и той же высоте $8,75 \text{ м}$ два раза с интервалом в 3 с . С какой скоростью было брошено тело?

14. Два тела начали свободно падать с одной и той же высоты одно вслед за другим через 5 с . Через сколько времени, считая от начала движения первого тела, расстояние между телами будет равно 200 м ?

15. Снаряд вылетает из орудия с начальной скоростью 490 м/с под углом 30° к горизонту. Найти высоту, дальность и время полета снаряда.

МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ. ИМПУЛЬС

1 группа

Т 10/9

1. Мальчик тянет санки за веревку, действуя на нее с силой 80 Н . Веревка образует с горизонтом угол 30° . Какую мощность развивает мальчик, если за 5 с он перемещает санки на 15 м ?

2. Вагон массой 30 т движется со скоростью 2 м/с по горизонтальному участку пути. Вагон сталкивается с помощью автоцепки с неподвижной платформой массой 20 т . Чему равна скорость совместного движения вагона и платформы?

3. Автомобиль, двигаясь от остановки с ускорением 5 м/с^2 , на некотором участке пути развил скорость 36 км/ч . Сила тяги 20 кН . Определить работу, совершенную автомобилем.

4. Рабочий перемещает равномерно по горизонтальной поверхности груз, прилагая силу 300 Н под углом 35° к горизонту. Найти мощность, развиваемую рабочим, если за 4 с груз переместился на 10 м .

5. Сокол, пикируя отвесно, свободно падал в течение 3 с . Определить работу, совершенную соколом, если масса его 6 кг .

6. Два неупругих тела, массы которых 4 и 6 кг , движутся навстречу друг другу со скоростями 3 м/с каждое. Определить модуль и направление скорости каждого из этих тел после удара.

7. Баба копра массой 2 т свободно падает в течение 1 с . Определить работу, совершенную бабой копра.

8. Трактор, двигаясь от остановки с ускорением 4 м/с^2 , на некотором участке пути развил скорость 18 км/ч . Сила тяги двигателя 175 кН . Определить работу, совершенную трактором.

9. Буксир тянет баржу с силой 45 кН . Канат образует угол 15° с направлением перемещения. Какова мощность буксира, если за 10 с он проходит 25 м ?

10. Автомобиль трогается с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$ и достигает скорости 18 км/ч . Определить работу, совершенную автомобилем на этом участке, если сила тяги 3 кН .

11. Трактор тянет плуг, прилагая силу 80 кН под углом 20° к направлению перемещения. Определить мощность, развиваемую трактором, если за 20 с трактор проходит 100 м .

12. Мячик массой 100 г свободно падает в течение 2 с . Определить работу силы тяжести мячика.

13. Находившийся в годы войны на вооружении советских войск пулемет РПД имел массу 9 кг , его пули калибра $7,62 \text{ мм}$ имели массу 9 г . При выстреле пуля приобретала начальную скорость около 700 м/с . Рассчитайте скорость отдачи пулемета при выстреле.

14. Подъемный кран начинает поднимать груз с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Сила натяжения каната 8 кН . Определить работу, совершенную краном, если к концу подъема груз достиг скорости 4 м/с . Определить мощность, развиваемую краном при этом подъеме.

15. Тело массой 20 кг свободно падает в течение 6 с. Найти работу силы тяжести.

2 группа

Т 10/10

1. Поезд массой 1000 т отходит от станции равноускоренно и на расстоянии 250 м развивает скорость 36 км/ч. Коэффициент трения 0,06. Определить работу, совершенную локомотивом на этом пути.

2. Железнодорожный вагон, движущийся со скоростью 0,5 м/с, сталкивается с неподвижной платформой, после чего они движутся вместе с некоторой скоростью. Определить эту скорость, если масса вагона 20 т, а масса платформы 8 т.

3. Брусок массой 400 г поднимают по наклонной плоскости, длина которого 70 см, высота 40 см с помощью нити, перекинутой через блок, расположенный наверху наклонной плоскости. Ускорение бруска 6 м/с². Какая работа при этом совершается, если коэффициент трения бруска о плоскость 0,3?

4. Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 600 м/с, попадает в бревно и застревает в нем, углубившись на 10 см. Найти силу сопротивления, с которой бревно действует на пулю.

5. Ледокол массой 6000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 8 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшается при этом до 3 м/с. Определить массу льдины.

6. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину с жесткостью 800 Н/м сжали на 5 см. Какую скорость приобретает пуля массой 20 г при выстреле?

7. Какое расстояние пройдет автомашина на горизонтальном участке пути после выключения двигателя, если коэффициент трения 0,2, а скорость движения машины до торможения 72 км/ч? Решить энергетически.

8. Тележка с песком массой 10 кг катится со скоростью 1 м/с по горизонтальному пути без трения. Навстречу тележке летит шар массой 2 кг с горизонтальной скоростью 7 м/с. Шар после встречи с тележкой застрял в песке. В какую сторону и с какой скоростью покатится тележка после падения шара?

9. Конькобежец массой 60 кг проехал после разгона до остановки 40 м. Вычислить работу силы трения, если коэффициент трения коньков о лед 0,02.

10. Тело массой m поднимают по наклонной плоскости высотой h . Угол при основании наклонной плоскости β . Коэффициент трения между телом и плоскостью μ . Определить работу силы тяжести и работу силы трения.

11. Учебный самолет для взлета должен иметь скорость 108 км/ч. Время разгона для достижения этой скорости 12 с. Масса самолета 2 т. Коэффициент сопротивления при разгоне 0,05. Определить среднюю мощность двигателя самолета, необходимую для разгона.

12. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью $v = 10$ м/с, разорвалась на две части массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 1,5$ кг, которые продолжали лететь тоже в горизонтальном направлении. Скорость большего куска возросла до $v_2 = 25$ м/с. Определить скорость меньшего куска v_1 .

13. Пуля массой 10 г ударяется о доску толщиной 4 см со скоростью 600 м/с, а вылетает со скоростью 400 м/с. Найти среднюю силу сопротивления доски.

14. Автомобиль массой 2 т спускается с горы, угол наклона которой к горизонту 7° . Пройдя из состояния покоя путь 50 м, автомобиль приобрел скорость 72 км/ч. Коэффициент трения 0,4. Найти среднюю мощность, развиваемую двигателем на этом участке.

15. Определить работу, которую нужно произвести для того, чтобы сжать пружину на 10 см, если для сжатия ее на 1 см необходима сила 100 Н.

3 группа

Т 10/11

1. Поезд массой 1000 т отходит от станции равноускоренно и на расстоянии 250 м развивает скорость 36 км/ч. Коэффициент трения 0,06. Определить работу, совершенную локомотивом на этом пути.

2. Железнодорожный вагон, движущийся со скоростью 0,5 м/с, сталкивается с неподвижной платформой, после чего они движутся вместе с некоторой скоростью. Определить эту скорость, если масса вагона 20 т, а масса платформы 8 т.

3. Брусok массой 400 г поднимают по наклонной плоскости, длина которой 70 см, высота 40 см с помощью нити, перекинутой через блок, расположенный наверху наклонной плоскости.

Ускорение бруска 6 м/с^2 . Какая работа при этом совершается, если коэффициент трения бруска о плоскость $0,3$?

4. Пуля массой 10 г , летевшая со скоростью 600 м/с , попадает в бревно и застревает в нем, углубившись на 10 см . Найти силу сопротивления, с которой бревно действует на пулю.

5. Ледокол массой 6000 т , идущий с выключенным двигателем со скоростью 8 м/с , наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшается при этом до 3 м/с . Определить массу льдины.

6. Тело брошено под углом α к горизонту со скоростью 20 м/с . На какой высоте скорость тела уменьшается в $1,5$ раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

7. Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 50 см , если коэффициент трения при движении по ней тела $0,1$.

8. С какой начальной скоростью надо бросить мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Удар упругий. Сопротивлением воздуха пренебречь.

9. Камень массой 50 г , брошенный под углом к горизонту с высоты 20 м над поверхностью земли со скоростью 18 м/с , упал на землю со скоростью 24 м/с . Найти работу по преодолению сопротивления воздуха.

10. Плоское тело массой 1 кг скользит по круговому желобу, расположенному в вертикальной плоскости (рис. 26). С какой силой давит тело на желоб в наинижней точке, если оно отпущено из точки A , находящейся по горизонтальной оси желоба, без начальной скорости?

11. Пуля, летевшая горизонтально со скоростью 400 м/с , попадает в брусок, подвешенный на нити длиной 4 м , и застревает в нем. Определить угол, на который отклоняется брусок, если масса пули 20 г , масса бруска 5 кг .

12. Тело массой 1 кг движется по столу, имея в начальной точке скорость $v_0 = 2 \text{ м/с}$. Достигнув края стола, высота которого $h = 1 \text{ м}$, тело падает. Коэффициент трения тела о стол $\mu = 0,1$. Определить количество теплоты,

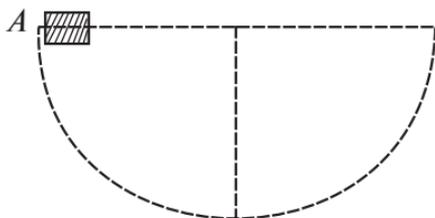


Рис. 26

выделившееся при ударе о землю. Путь, пройденный телом по столу $s = 2$ м.

13. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 16 м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела равна его потенциальной?

14. Пуля, летевшая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара равно 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол 10° .

15. Конькобежец массой $M = 70$ кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 3$ кг со скоростью $v = 8$ м/с. На какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед $0,02$? Движение конькобежца считать равнозамедленным.

СТАТИКА

1 группа

Т 10/12

1. Балка длиной 10 см и весом $10\,000$ Н лежит своими концами на двух опорах. На расстоянии 2 см от левого конца балки лежит груз весом 5000 Н. Определить силы давления балки на опоры.

2. К концам рычага приложены силы 24 и 27 Н. Длина рычага 17 см. Найти плечи рычага. Весом рычага пренебречь.

3. Балка длиной 10 см и весом 500 Н лежит своими концами на двух опорах. На расстоянии 3 см от правого конца балки лежит груз весом 300 Н. Определить силы давления балки на опоры.

4. К концам рычага приложены силы 18 и 8 Н. Длина рычага 13 см. Пренебрегая весом рычага, найти плечи сил.

5. К концам балки длиной 8 м приложены силы 15 и 5 Н. Пренебрегая весом балки, определить, где надо подпереть балку, чтобы она находилась в равновесии.

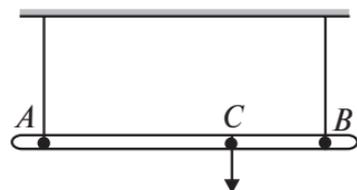


Рис. 27

6. Балка весом 1400 Н подвешена на двух канатах. Какова сила натяжения этих канатов, если $AC = 3$ м, $CB = 1$ м (рис. 27)?

7. На концах рычага действуют силы 4 и 24 Н. Расстояние от точки опоры до меньшей силы 6 см. Определить длину рычага, если рычаг находится в равновесии.

8. Двое рабочих несут шест длиной 4 м и весом 100 Н, опирающийся концами на их плечи. К шесту подвешен груз в 400 Н на расстоянии 1 м от одного из концов. Какую силу давления на плечо испытывает каждый рабочий?

9. Балка длиной 12 см и весом 20 Н подвешена своими концами на двух канатах. На расстоянии 2 см от левого конца на балку действует сила 45 Н. Определить силы натяжения канатов.

10. К стержню длиной 100 см приложены вниз параллельные силы: у левого конца стержня 20 Н, у правого 90 Н. Вес стержня 30 Н. В какой точке нужно поместить опору, чтобы стержень находился в равновесии?

11. Балка весом 70 Н и длиной 20 см подвешена своими концами на двух канатах. На расстоянии 4 см от правого конца на балку действует сила 30 Н. Определить силы натяжения канатов.

12. К концам рычага приложены силы 12 и 18 Н. Длина рычага 5 см. Пренебрегая весом рычага, найти плечи сил.

13. К стержню длиной 2 м и весом 40 Н приложены вниз параллельные силы: у левого конца 100 Н, у правого 20 Н. В какой точке нужно поместить опору, чтобы стержень находился в равновесии?

14. Балка весом 4000 Н и длиной 5 м несет нагрузку в 5000 Н, сосредоточенную на расстоянии 3 м от одного из концов, а своими концами лежит на опорах. Каковы силы давления на каждую из опор?

15. Рельс длиной 10 м и весом 9 кН, расположенный горизонтально, поднимают на двух параллельных тросах. Найти силу натяжения тросов, если один из них укреплен на конце рельса, а другой на расстоянии 1 м от другого конца рельса.

2 группа

Т 10/13

1. Найти силы упругости, действующие на балки BC и AC (рис. 28).

2. Груз весом $P = 100$ Н удерживается в равновесии на коленчатом рычаге силой F (рис. 29). Найти F , если $AO = 20$ см, $OB = 50$ см.

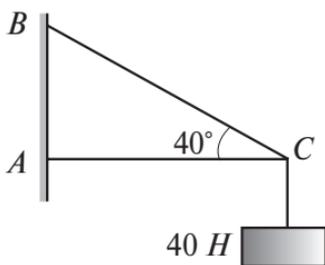


Рис. 28

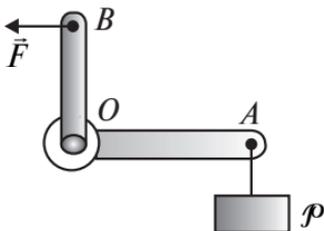


Рис. 29

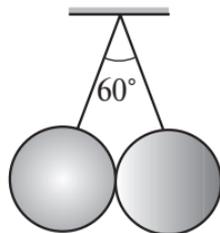


Рис. 30

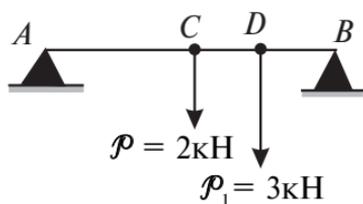


Рис. 31

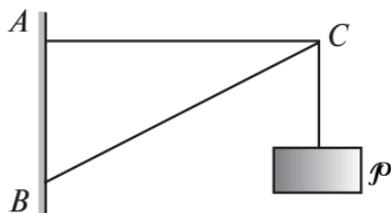


Рис. 32

3. Определить силу натяжения нитей и силу давления одного шара на другой (рис. 30), если массы шаров одинаковы и равны по 174 г.

4. Определить силы давления балки на опоры (рис. 31), если $AB = 6$ м, $BD = 1$ м.

5. Брусок находится на наклонной плоскости с углом наклона 45° . Чтобы брусок был в покое, его прижимают к наклонной плоскости с силой 3,3 Н. Чему равна масса бруска, если коэффициент трения 0,3?

6. На концах стержня длиной 80 см и весом 20 Н подвешены 2 груза: слева 10 Н и справа 30 Н. В какой точке следует подпереть стержень, чтобы он был в равновесии?

7. Определить силы упругости в стержне AC и подкосе BC , если $P = 100$ Н, $AC = 150$ мм, $BC = 250$ мм (рис. 32).

8. Брусок массой 10 кг (рис. 33) нужно опрокинуть через ребро O . Найти силу F , необходимую для этого, если ширина бруска 50 см, а высота 75 см.

9. Два трактора тянут канавокопатель (рис. 34). Натяжение каждого троса 18 кН. Найти силу сопротивления грунта, если тракторы движутся равномерно.



Рис. 33

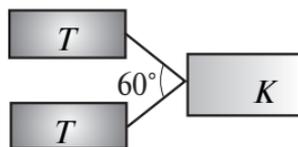


Рис. 34

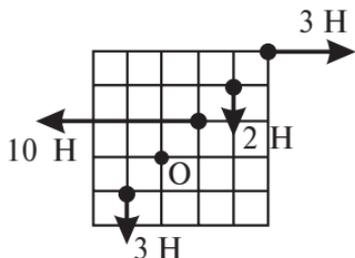


Рис. 35

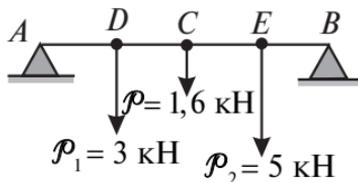


Рис. 36

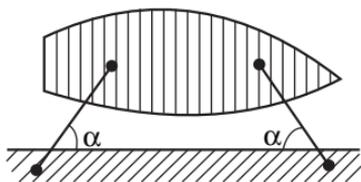


Рис. 37

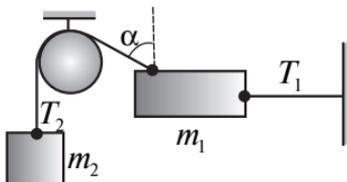


Рис. 38

10. К пластинке, свободно вращающейся вокруг оси, проходящей через точку O , приложены 4 силы. В каком направлении будет вращаться пластинка (рис. 35)?

11. Найти силы давления балки на опоры (рис. 36), если $AB = 8$ м, $AD = 2$ м, $BE = 2$ м.

12. Баржа удерживается двумя канатами. С какой силой ветер действует на баржу, если каждый канат натянулся с силой 8 кН, $\alpha = 60^\circ$ (рис. 37)?

13. Определить T_1 и m_2 (рис. 18), если $\alpha = 30^\circ$, $m_1 = 2,5$ кг.

14. Находится ли рычаг в равновесии? Все рычаги не учитывать. $\alpha = 30^\circ$ (рис. 39).

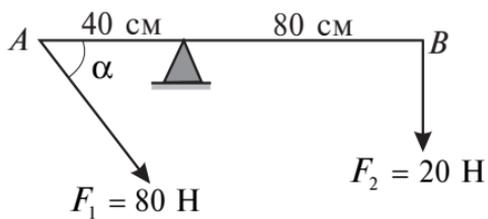


Рис. 39

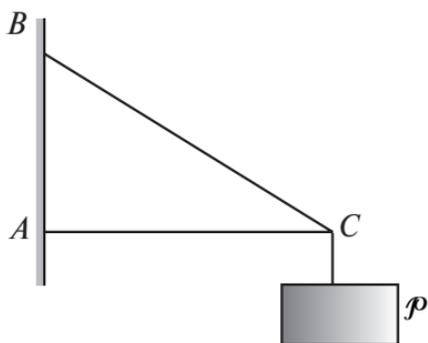


Рис. 40

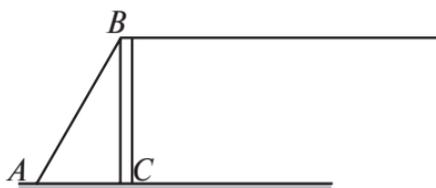


Рис. 41

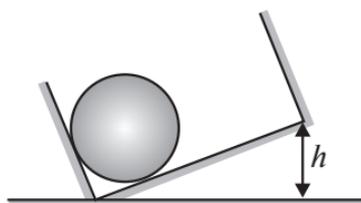


Рис. 42

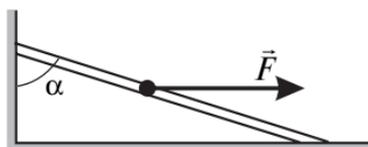


Рис. 43

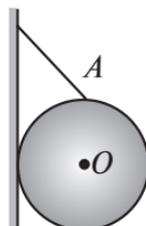


Рис. 44

15. Найти силы, действующие на трос BC и стержень AC , если $AC = 2$ м, $BC = 2,5$ м, $P = 1200$ Н (рис. 40).

3 группа

Т 10/14

1. Найти силы упругости (рис. 28), действующие на балки BC и AC .

2. Груз весом $P = 100$ Н удерживается в равновесии на коленчатом рычаге силой F (рис. 29). Найти F , если $AO = 20$ см, $OB = 50$ см.

3. Определить силу натяжения нитей и силу давления одного шара на другой (рис. 30), если массы шаров одинаковы и равны по 174 г.

4. Определить силы давления балки на опоры (рис. 31), если $AB = 6$ м, $BD = 1$ м.

5. Брусок находится на наклонной плоскости с углом наклона 45° . Чтобы брусок был в покое, его прижимают к наклонной плоскости с силой 3,3 Н. Определить массу бруска, если $\mu = 0,3$.

6. На концах стержня длиной 80 см и весом 20 Н подвешены два груза 10 Н и 30 Н. В какой точке следует подпереть стержень, чтобы он был в равновесии?

7. Антенна действует на верхний конец мачты в горизонтальном направлении с силой 500 Н (рис. 41). Мачта укреплена оттяжкой AB длиной 17 м. Определить силы, действующие на мачту и оттяжку, если высота мачты $BC = 15$ м.

8. В ящике, длина которого 60 см, лежит шар весом 30 Н. С какой силой шар будет давить на дно и стенку ящика, если края ящика приподнять на 20 см (рис. 42)?

9. Лестница массой 8 кг (рис. 43) прислонена к гладкой вертикальной стене под углом $\alpha = 17^\circ$. Человек тянет лестницу в горизонтальном направлении с силой F , приложенной к ее середине. Какой минимальной величины должна быть F , чтобы человек смог оторвать верхний конец от стены? Нижний конец доски из-за трения не скользит.

10. Шар висит на нити, опираясь на стенку (рис. 44). При каком минимальном μ между шаром и стеной точки A и O будут находиться на одной вертикали?

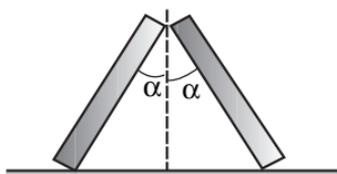


Рис. 45

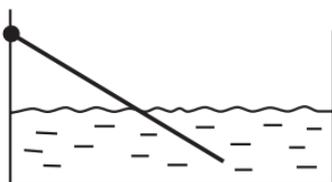


Рис. 46

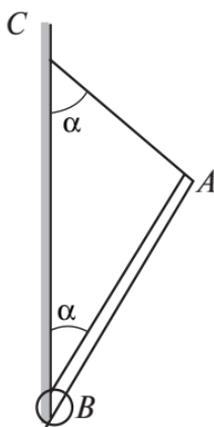


Рис. 47

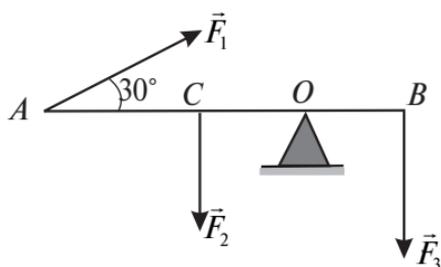


Рис. 48

11. Найти силы давления балки на опоры (рис. 36), если $AB = 8$ м; $AD = 2$ м, $BE = 2$ м; $P = 1,6$ кН; $P_1 = 3$ кН; $P_2 = 5,2$ кН.

12. Две одинаковые дощечки, поставленные на стол, опираются друг на друга. Угол между вертикалью и каждой дощечкой α . Каким должен быть μ между нижними краями дощечек и поверхностью стола, чтобы дощечки не падали (рис. 45)?

13. Однородный стержень, укрепленный шарнирно за верхний конец (рис. 46), находится в равновесии, когда половина стержня погружена в керосин. Какова плотность материала стержня, если плотность керосина 800 кг/м³?

14. Нижний конец стержня AB весом 80 Н (рис. 47) укреплен шарнирно. К верхнему концу A привязана веревка AC , удерживающая стержень в равновесии. Найти натяжение веревки, если $\angle ACB = \angle CBA = 20^\circ$.

15. Определить вес стержня AB (рис. 48), если $F_1 = 2$ Н, $F_2 = 3$ Н, $F_3 = 4$ Н, $OB = OC = 30$ см, $AB = 120$ см.

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ (Д/З)

1 группа

Д 10/3

1. Объем газа при давлении $7,2 \cdot 10^5$ Па при температуре 15°C равен $0,6$ м³. При какой температуре эта же масса газа займет объем $1,6$ м³, если давление станет равным $2,25 \cdot 10^5$ Па?

2. Найти массу углекислого газа в баллоне емкостью 40 л при температуре 15°C и давлении 50 атм.

3. Найти объем газа, который занимает 12 г гелия при давлении 30 атм и температуре 0°C .

4. В баллоне емкостью $25,6$ л находится $1,04$ кг азота при давлении 35 атм. Определить температуру газа.

5. Какое давление создают 40 л кислорода при температуре 103°C , если при нормальных условиях это же количество кислорода занимает объем $13,65$ л?

6. Чему равен вес воздуха, занимающего объем 150 л при температуре 15°C и давлении $1,5 \cdot 10^5$ Па?

7. В баллоне емкостью 6 л под давлением $9,3$ атм. при температуре 17°C находится 100 г газа. Определить молярную массу газа.

8. Газ при давлении 8 атм и температуре 12°C занимает объем 855 л. Каково будет давление, если эта же масса газа при температуре 47°C займет объем 800 л?

9. Перерисовать график (рис. 49) в координатах $p(V)$ и $p(T)$.

10. Какой объем занимает 1 моль газа при давлении 10 атм и температуре 100°C ?

11. Найти давление 1 л неона, если его масса 45 г, а температура 0°C .

12. Перерисовать график (рис. 50) в координатах $V(T)$ и $p(V)$.

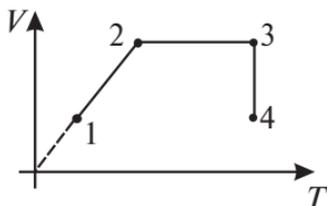


Рис. 49

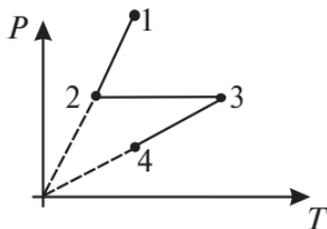


Рис. 50

1. При какой температуре 240 л водорода имеют давление 950 мм рт. ст., если при нормальных условиях этот водород занимает объем 364 л? Определить массу газа.

2. Найти плотность азота при давлении 6 атм и температуре 20 °С.

3. В баллоне емкостью 30 л находится кислород при давлении 72 атм и температуре -9°C . Часть газа из баллона выпустили, при этом температура газа в баллоне повысилась до 17°C , а давление упало до 29 атм. Какая масса кислорода была выпущена?

4. В трубке, запаянной с одного конца, находится столбик ртути длиной 75 мм. Когда трубка расположена вертикально закрытым концом вниз, длина воздушного столбика 120 мм. Когда трубку расположили горизонтально, длина воздушного столбика стала 132 мм. Определить атмосферное давление. Вычислить длину воздушного столбика, когда трубка расположена закрытым концом вверх.

5. В воде всплывает пузырек воздуха. Определить, на какой глубине пузырек имеет вдвое меньший объем, чем у поверхности воды. $P_A = 760$ мм рт. ст.

6. Резиновая камера содержит воздух при давлении 780 мм рт. ст. Камеру сжимают так, чтобы объем ее уменьшился на $\frac{2}{5}$ прежней величины. Какое будет теперь давление? $T, m - \text{const}$.

7. В вертикально поставленном цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 3 кг, площадь 20 см². На поршень нажали с силой 490 Н и он опустился до высоты 13 см, считая от дна цилиндра. Каков первоначальный объем газа? Атмосферное давление нормальное.

8. Резиновая камера содержит воздух при температуре 27°C и нормальном атмосферном давлении. На какую глубину можно опустить камеру в воду, чтобы ее объем уменьшился вдвое? Температура воды 4°C .

9. Перерисовать график (рис. 51) в координатах $p(V)$ и $p(T)$.

10. В сосуде находится газ под давлением 6 атм. Какое установится давление, если из сосуда выпустить

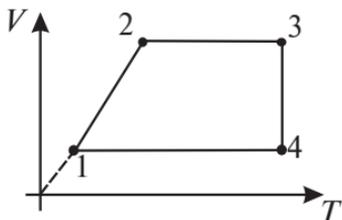


Рис. 51

3/8 содержащегося там газа? Считать температуру не изменяющейся.

11. Баллон емкостью 2 л заполнен газом при давлении 5,5 атм, другой баллон емкостью 5 л заполнен тем же газом при давлении 2 атм. Баллоны соединены трубкой с краном. Какое давление установится в баллонах, если открыть кран? Температура постоянна.

12. Перерисовать график (рис. 52) в координатах $p(T)$ и $V(T)$.

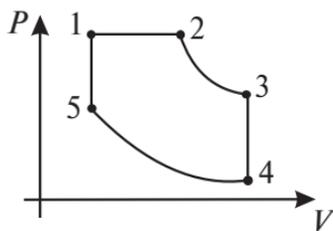


Рис. 52

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

1 группа

Т 10/15

1. Какова масса 50 молей углекислого газа?

2. При автогенной сварке используют сжатый кислород, который хранится в баллонах емкостью 20 л. При 17°C давление в баллонах 100 атм. Какой объем займет этот газ при нормальных условиях?

3. Имеется 12 л углекислого газа под давлением $9 \cdot 10^5$ Па и температуре 288 К. Определить массу газа.

4. В баллоне емкостью 26 л находится 1,1 кг азота при давлении 35 атм. Определить температуру этого газа.

5. Какая линия на графике (рис. 53) соответствует большему объему?

6. Сколько молекул воздуха содержится в комнате объемом 60 м^3 при нормальных условиях?

7. Газ при давлении $3,2 \cdot 10^4$ Па и температуре 17°C занимает объем 87 л. Привести объем газа к нормальным условиям.

8. Вычислить молярную массу бутана, 2 л которого при температуре 15°C и давлении $9 \cdot 10^4$ Па имеют массу 4,2 г.

9. В баллоне емкостью 12 л находится водород массой 100 г под давлением 10^7 Па. Какова температура этого газа?

10. Перечертить графики (рис. 54) в координатах $p(T)$ и $V(T)$.

11. При нормальных условиях масса газа 738,6 мг, а объем 8,205 л. Какой это газ?

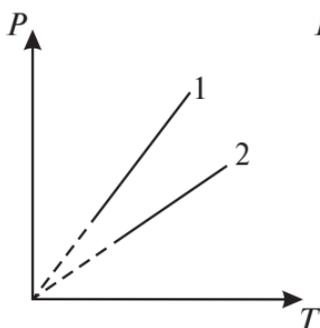


Рис. 53

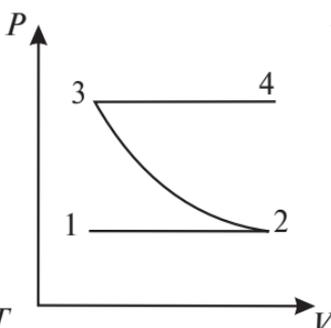


Рис. 54

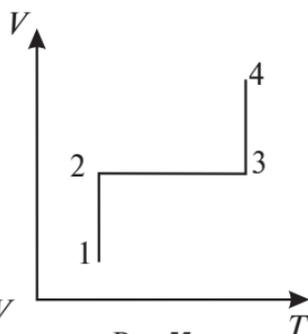


Рис. 55

12. Определить плотность водорода при температуре 15°C и давлении 730 мм рт. ст.

13. Какова разница в массах воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м^3 зимой и летом (при температурах 40°C и 0°C)? Атмосферное давление нормальное.

14. Масса $14,92 \cdot 10^{25}$ молекул инертного газа составляет 5 кг. Какой это газ?

15. Перечертить график (рис. 55) в координатах $p(T)$ и $p(V)$.

2–3 группы

T 10/16

1. Определить массу 20 л аммиака (NH_3), находящегося под давлением 1450 мм рт. ст. и температуре 17°C .

2. Объем пузырька газа, всплывшего со дна озера на поверхность, увеличился в 3 раза. Какова глубина озера? Атмосферное давление нормальное, температура не изменяется.

3. В баллоне объемом $0,2\text{ м}^3$ находится гелий под давлением 10^5 Па и температуре 17°C . После подкачивания гелия его давление увеличилось в 3 раза, а температура до 47°C . Найти изменение массы гелия.

4. Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 135 г.

5. Какая температура больше: T_1 или T_2 (рис. 56)?

6. Газ находится под поршнем площадью 10 см^2 в горизонтальном цилиндрическом сосуде. Объем газа 50 л. С какой силой надо действовать на поршень, чтобы объем газа стал 10 л? Атмосферное давление 76 см рт. ст. Сжатие газа считать изотермическим.

7. Аквалангист пользуется самодельным глубиномером — стеклянной трубкой, запаянной с одного конца. На какой глубине находится аквалангист, если вода вошла в трубку: а) на $1/2$; б) на $1/4$ длины трубки? Атмосферное давление нормальное.

8. Найти плотность углекислого газа при давлении 700 мм рт. ст. и температуре -23°C .

9. Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной $l = 80$ см до половины погружают в ртуть. Верхний конец ее закрывают и вынимают из ртути. При этом в трубке остался столбик ртути высотой $h = 22$ см. Чему равно атмосферное давление?

10. Нарисовать график (рис. 57) в координатах $p(V)$ и $p(T)$.

11. Как изменится давление газа в цилиндре, если уменьшить объем газа, переместив поршень на $1/3$ высоты цилиндра? Температура газа постоянна.

12. В вертикально поставленной трубке, расположенной открытым концом вверх, находится столбик ртути высотой $h = 100$ мм. Длина воздушного столба в закрытом конце трубки $l = 80$ мм. Найти длину воздушного столба, если повернуть трубку: а) открытым концом вниз; б) горизонтально. Атмосферное давление 740 мм рт. ст.

13. Во сколько раз отличаются число атомов в стакане воды и в стакане ртути?

14. Имеются два сосуда с газом объемом 3 и 4 л. Давление газа в первом сосуде 2 атм, во втором — 1 атм. Под каким давлением будет находиться газ, если сосуды соединить? Температура постоянна.

15. Перечертить график (рис. 58) в координатах $p(T)$ и $V(T)$.

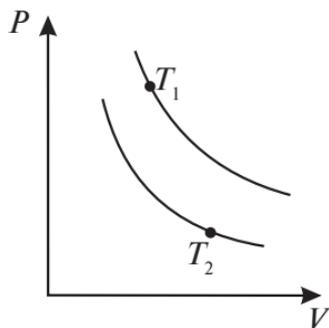


Рис. 56

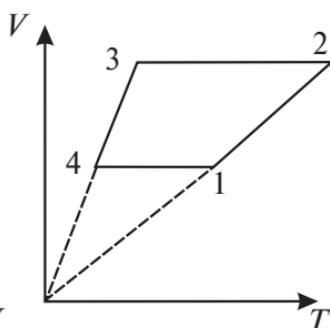


Рис. 57

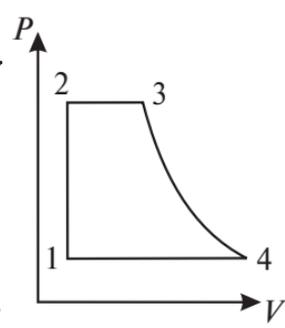


Рис. 58

ТЕПЛОТА И РАБОТА

1 группа

Д 10/5

1. Стальное сверло массой 0,1 кг, нагретое при закалке до 870°C , опущено в сосуд с керосином при 20°C . Какое количество керосина следует взять, чтобы его конечная температура стала 70°C ?

2. В стеклянной колбе, масса которой 50 г, находилось 180 г воды при температуре 20°C . В колбу влили некоторое количество ртути при 100°C и температура воды в колбе повысилась до 22°C . Определить массу налитой ртути.

3. В бак с водой при 30°C впустили 400 г стогоградусного пара. После конденсации пара температура установилась 32°C . Какое количество воды было в баке?

4. На сколько градусов нагреется вода, падая с высоты 15 м, если 30% совершенной при ее падении работы расходуется на нагревание воды?

5. Чтобы охладить 5 кг воды, взятой при 20°C до 8°C в нее бросают лед, имеющий температуру 0°C . Какое количество льда потребуется для охлаждения?

6. Стальной снаряд, летящий со скоростью 200 м/с, ударяется в земную насыпь и застревает в ней. На сколько градусов повысится температура снаряда, если на его нагревание пошло 60% кинетической энергии снаряда?

7. В алюминиевый сосуд массой 0,3 кг, содержащий 2 кг воды при 20°C , впустили 50 г стогоградусного водяного пара. До какой температуры нагреется вода?

8. Стальной молот массой 12 кг падает на лежащую на наковальне стальную пластину массой 0,2 кг. Высота падения молота 1,5 м. Считая, что на нагревание пластины затрачивается 40% кинетической энергии молота, вычислите на сколько нагреется пластина после 50 ударов молота.

2 и 3 группа

Д 10/6

1. Нагретый в печи стальной болт массой 0,3 кг бросили в стеклянный сосуд массой 0,2 кг, содержащий 1,3 кг воды при 15°C . Температура воды повысилась до 32°C . Вычислить температуру печи.

2. В сосуд, содержащий 130 л воды, впустили 1,85 кг водяного пара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. После конденсации температура воды в сосуде повысилась до $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найти первоначальную температуру воды. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

3. Сколько нужно керосина, чтобы довести до кипения 2,5 л воды, взятой при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, если КПД нагревателя 30%?

4. В сосуде находится смесь из 200 г воды и 100 г льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой будет окончательная температура, если в сосуд ввести 20 г водяного пара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

5. С помощью молота весом 58,8 кН обрабатывается стальная поковка массой 205 кг. За 35 ударов поковка нагрелась от 10 до $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как велика скорость молота в момент удара? Считать, что на нагревание поковки затрачивается 70% энергии молота.

6. В алюминиевый калориметр массой 0,2 кг, содержащий 0,3 кг воды, при $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ опустили 80 г льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая установится температура после таяния льда?

7. В сосуде находится 400 г льда при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. В сосуд вводят 60 г водяного пара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найти установившуюся температуру. Теплоемкость сосуда (произведение удельной теплоемкости на массу) 420 Дж/К.

8. С какой скоростью свинцовая пуля должна удариться о преграду, чтобы она расплавилась, если до удара температура пули была $100\text{ }^{\circ}\text{C}$? При ударе в тепло превращается 60% энергии пули.

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

1 группа

Т 10/17

1. В сосуд, содержащий 2,3 кг воды при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, опускают кусок олова, нагретый до $230\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура воды в сосуде повысилась на $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вычислить массу олова. Испарением воды пренебречь.

2. Вода падает с высоты 1200 м. На сколько повысится температура воды, если на ее нагревание затрачивается 60% работы силы тяжести?

3. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы 6 кг льда при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ обратить в пар с температурой $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

4. Определить КПД нагревателя, в котором израсходовано 80 г керосина для нагревания 3 л воды на $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5. Газ при адиабатном процессе совершил работу $4 \cdot 10^8$ Дж. Как изменилась его внутренняя энергия? Что произошло с температурой газа? Газ расширился или сжался?

6. Чтобы нагреть 1,8 кг воды от 18°C до кипения на горелке с КПД 25%, потребовалось 92 г горючего. Какова удельная теплота сгорания горючего?

7. При изотермическом процессе газу передано $8 \cdot 10^6$ Дж теплоты. Чему равно изменение внутренней энергии? Определить работу, совершенную газом.

8. В сосуд, содержащий 2,8 л воды при 20°C , опускают кусок стали массой 6 кг, нагретый до 460°C . Вода нагревается до кипения, а часть ее обращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар.

9. Какую массу должны иметь железные вагонные тормоза, чтобы при полной остановке вагона от скорости 36 км/ч они нагрелись на 100°C ? Масса вагона 10 т. На нагревание тормозов расходуется 90% энергии вагона.

10. Определить внутреннюю энергию всех молекул идеального газа, имеющего объем 20 м^3 , при давлении $5 \cdot 10^5$ Па.

11. Одноатомный газ аргон массой 0,2 кг находится при температуре 127°C . Аргон расширился без теплообмена с окружающими телами так, что его температура стала равна -23°C . Найти работу, совершенную газом.

12. В сосуд, содержащий 400 г воды при температуре 17°C , вводят 10 г пара при 100°C , который превращается в воду. Определить конечную температуру воды.

13. В 500 г воды при 15°C впускают 75 г стогоградусного водяного пара, который превращается в воду. Найти конечную температуру воды.

14. При расширении газа на $0,5\text{ м}^3$ при постоянном давлении $1,6 \cdot 10^6$ Па ему передано $1,8 \cdot 10^6$ Дж теплоты. Определить изменение внутренней энергии газа. Что произошло с газом — нагрелся или охладился?

15. С какой высоты должен упасть кусок олова, чтобы при ударе о землю он нагрелся до 100°C ? Считать, что на нагревание олова идет 40% работы силы тяжести, а начальная температура олова 0°C .

1. Струя водяного стоградусного пара массой 2 кг соприкасается с куском льда массой 10 кг при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая установится температура после того, как лед растает?

2. Стальная пуля, обладая скоростью 900 м/с, попала в бревно и застряла в нем. При ударе 40% энергии пули пошло на ее нагревание. На сколько градусов нагрелась пуля?

3. Сколько надо сжечь каменного угля, чтобы 6 т воды, взятой при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, нагреть до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1 т ее обратить в пар? КПД котла 70%.

4. С какой высоты над поверхностью Луны надо опустить кусок меди при температуре $-117\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы он в момент удара о поверхность Луны полностью расплавился? $g_{\text{л}} = 1,6\text{ м/с}^2$. Считать, что вся кинетическая энергия падающего тела полностью переходит во внутреннюю энергию.

5. В цилиндре при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ находится воздух массой 1 кг. Какая работа будет совершена при изобарном нагревании воздуха до $160\text{ }^{\circ}\text{C}$?

6. На сколько градусов нагревается при штамповке кусок стали массой 1,5 кг от удара молота массой 400 кг, если скорость молота в момент удара 7 м/с, а на нагревание стали затрачивается 60% энергии молота?

7. Для изобарного нагревания газа, количество которого 800 моль, на 500 К ему сообщили 9,4 МДж теплоты. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.

8. Алюминиевый калориметр массой 50 г содержит 250 г воды при $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество стоградусного пара следует ввести в калориметр, чтобы температура воды в нем повысилась до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$?

9. Одноатомный газ гелий массой 5 кг изохорно нагревают на $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить количество теплоты, сообщенной газу.

10. Сколько льда при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно расплавить одним килограммом стоградусного водяного пара?

11. Один моль одноатомного газа находится в закрытом баллоне при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы повысить его давление в 3 раза?

12. При сверлении металла ручной дрелью стальное сверло массой 50 г за 3 мин нагрелось на $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Считая, что на нагревание

сверла пошло 15% всей затраченной энергии, определить развиваемую при сверлении мощность.

13. В сосуде находится смесь 200 г воды и 130 г льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой будет температура смеси, если в сосуд ввести 25 г водяного пара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

14. С какой скоростью надо бросить кусочек льда, взятый при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы при ударе о стенку он полностью расплавился? Считать, что 60% его энергии передается стене.

15. Одноатомный идеальный газ массой 20 г при расширении без теплообмена совершил работу 249 Дж. На сколько градусов изменилась температура газа? Молярная масса газа $0,4\text{ кг/моль}$.

3 группа

Т 10/19

1. В колбе находится 600 г воды при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество льда при $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ нужно добавить в воду, чтобы окончательная температура смеси стала $50\text{ }^{\circ}\text{C}$?

2. С какой высоты над поверхностью земли должен начать падение кусочек льда при температуре $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы к моменту удара о землю он полностью обратился в пар? Считать, что кинетическая энергия льда полностью идет на его нагревание при торможении в атмосфере.

3. Какое количество стоградусного водяного пара потребуется для того, чтобы 5 кг льда, взятого при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, превратить в воду при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$?

4. При какой скорости свинцовая пуля, ударившись о преграду, плавится? Температура пули до удара $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. При ударе 60% энергии пули превращается во внутреннюю энергию.

5. Идеальный газ изобарно увеличился в объеме в 3 раза при давлении $3 \cdot 10^5\text{ Па}$. Определите первоначальный объем газа, если на увеличение его объема потребовалось совершить работу в 12,9 кДж.

6. Автомобиль «Москвич» расходует 5,67 кг бензина на 50 км пути. Определите среднюю мощность, развиваемую двигателем автомобиля, если средняя скорость его движения 80 км/ч, а КПД двигателя 22%.

7. Одноатомный газ, находящийся при нормальных условиях в закрытом сосуде объемом 4 л, охладили на 50 К. Найти прира-

щение внутренней энергии газа и количество отданного им тепла.

8. В сосуд, содержащий 2 л воды и некоторое количество льда при 0°C , было введено 0,43 кг водяного пара при 100°C , в результате чего весь лед растаял и вода в сосуде нагрелась до 70°C . Определите массу находящегося в сосуде льда.

9. Сколько молей идеального одноатомного газа можно нагреть на 5 К, подведя к нему 41,5 Дж теплоты? Давление постоянно.

10. В железном баке массой 5 кг находится 20 кг воды и 6 кг льда при 0°C . Какое количество стоградусного водяного пара следует ввести в бак, чтобы растопить лед и нагреть воду до 70°C ?

11. Один моль одноатомного газа находится в закрытом баллоне при температуре 27°C . Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы повысить его давление в 3 раза?

12. Какое количество снега, имеющего температуру -5°C , растает под колесами автомобиля, если он буксует в течение 30 с? Мощность автомобиля $2 \cdot 10^4$ Вт, а на буксовку уходит 80% всей мощности двигателя.

13. Для процесса с идеальным одноатомным газом, изображенного на рис. 59 и представляющего собой линейную зависимость $p(V)$, найти: а) работу, совершенную газом при расширении; б) изменение внутренней энергии; в) количество теплоты, полученное газом.

14. В алюминиевом калориметре массой 50 г находится 400 г воды при 50°C . Какая температура установится после помещения в калориметр 100 г льда при -8°C ?

15. Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27°C , при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении; количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода; изменение внутренней энергии.

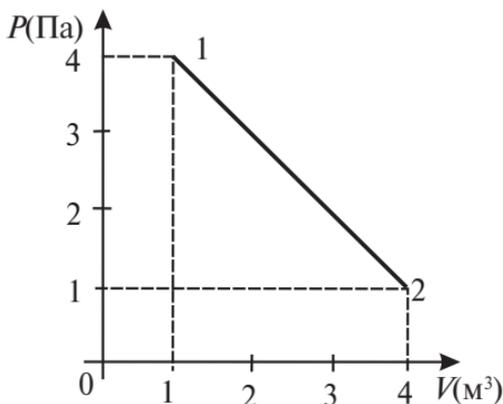


Рис. 59

ЭЛЕКТРОСТАТИКА (Д/З)

1 группа

Д 10/7

1. С какой силой взаимодействуют два заряда $-2 \cdot 10^{-8}$ Кл и $-9 \cdot 10^{-8}$ Кл, находясь на расстоянии 9 см в парафине? в стекле?

2. Два одинаковых по величине и знаку точечных заряда, расположенных на расстоянии 3 м друг от друга в вакууме, отталкиваются с силой 0,4 Н. Определить величину каждого заряда.

3. На каком расстоянии нужно расположить два заряда $5 \cdot 10^{-9}$ Кл и $6 \cdot 10^{-9}$ Кл, чтобы они отталкивались с силой $12 \cdot 10^{-5}$ Н?

4. С какой силой взаимодействуют два заряда $0,66 \cdot 10^{-7}$ Кл и $1,1 \cdot 10^{-5}$ Кл в воде на расстоянии 3,3 см? На каком расстоянии их следует поместить в вакууме, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

5. Два положительных заряда q и $2q$ находятся на расстоянии 10 мм. Заряды взаимодействуют с силой $7,2 \cdot 10^{-4}$ Н. Как велик каждый заряд?

6. Небольшие одинаковые шарики с одноименными зарядами приведены в соприкосновение и вновь удалены на 10 см. Как велика сила их взаимодействия, если на шариках до соприкосновения были заряды $70 \cdot 10^{-9}$ Кл и $30 \cdot 10^{-9}$ Кл? Каков окончательный заряд каждого шарика?

7. Два заряда, один из которых в три раза больше другого, находясь в вакууме на расстоянии 0,3 м, взаимодействуют с силой 30 Н. Определить величины зарядов. На каком расстоянии в воде эти же заряды будут взаимодействовать с прежней силой?

8. Два точечных заряда $60 \cdot 10^{-9}$ Кл и $2,4 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся в масле на расстоянии 16 см друг от друга. Где между ними следует поместить третий заряд $30 \cdot 10^{-5}$ Кл, чтобы он под действием электрических сил остался в равновесии?

9. Напряженность поля в некоторой точке $0,4 \cdot 10^3$ Н/Кл. Определить величину силы, с которой поле в этой точке будет действовать на заряд $4,5 \cdot 10^{-6}$ Кл.

10. Определить напряженность поля, образованного в воздухе точечным зарядом $8 \cdot 10^{-6}$ Кл в точке, расположенной на расстоянии 30 см от заряда.

11. В какую среду помещен точечный электрический заряд $4,5 \cdot 10^{-7}$ Кл, если на расстоянии 5 см от него напряженность поля равна $2 \cdot 10^4$ Н/Кл?

12. Поле образовано точечным зарядом $1,6 \cdot 10^{-8}$ Кл. Определить напряженность поля в точке, удаленной от заряда на 6 см. С какой силой будет действовать поле в этой точке на заряд $1,8 \cdot 10^{-9}$ Кл?

13. Определить величину точечного заряда, образующего поле в вакууме, если на расстоянии 9 см от него напряженность поля составляет $4 \cdot 10^5$ Н/Кл.

14. Капелька масла массой 10^{-4} г находится в равновесии в однородном электрическом поле с напряженностью 98 Н/Кл. Определить величину заряда капельки.

15. Поле образовано двумя равными разноименными зарядами по $2 \cdot 10^{-9}$ Кл, расположенными на расстоянии 18 см друг от друга. Какова напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами?

16. В однородном электрическом поле в вакууме находится пылинка массой $40 \cdot 10^{-8}$ г, обладающая зарядом $-1,6 \cdot 10^{-11}$ Кл. Какой должна быть напряженность электрического поля, чтобы пылинка оставалась в покое?

17. Два закрепленных заряда $q_1 = 10 \cdot 10^{-7}$ Кл и $q_2 = 40 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся на расстоянии 12 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?

18. Пылинка массой 10^{-11} г имеет заряд, равный 20 элементарным зарядам, и находится в равновесии между двумя параллельными пластинками с разностью потенциалов 153 В. Каково расстояние между пластинами?

19. Между двумя точечными зарядами $4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл расстояние равно 0,6 м. Найти напряженность поля в средней точке между зарядами.

20. Между зарядами $+q$ и $+9q$ расстояние равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю?

2 и 3 группы

Д 10/8

1. Два одинаковых проводящих шарика с зарядами $-1,5 \cdot 10^{-5}$ Кл и $+2,5 \cdot 10^{-5}$ Кл вследствие притяжения соприкоснулись и вновь разошлись на 5 см. Определить заряд каждого шарика после соприкосновения и силу электрического взаимодействия между ними.

2. Два шарика, имеющие одинаковые заряды, находятся в сосуде со льдом на расстоянии 20 см друг от друга. Какова ди-

электрическая проницаемость льда, если при образовании в сосуде воды шарики надо сблизить до 3,8 см, чтобы их взаимодействие осталось прежним?

3. Шарик массой 2 г, имеющий заряд $20 \cdot 10^{-9}$ Кл, подвешен в воздухе на нити. Определить силу натяжения нити, если снизу на расстоянии 5 см расположен одноименный заряд $12 \cdot 10^{-8}$ Кл.

4. Определить диэлектрическую проницаемость трансформаторного масла, если два одинаковых заряда в вакууме на расстоянии 20 см взаимодействуют с такой же силой, что и в масле на расстоянии 14 см.

5. Два закрепленных заряда $q_1 = 10 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = 40 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии 12 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?

6. Два маленьких шарика одинаковой массы подвешены на одинаковых нитях длиной 20 см так, что их поверхности соприкасаются. После сообщения каждому шарикау заряда $2 \cdot 10^{-7}$ Кл, они разошлись друг от друга так, что угол между нитями стал равным 90° . Найти массу каждого шарика.

7. На какой угол отклонится бузиновый шарик с зарядом $4,9 \cdot 10^{-9}$ Кл и массой 0,4 г, подвешенный на нити в горизонтальном однородном поле с напряженностью 10^5 Н/Кл?

8. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной 30 см находятся заряды по $2 \cdot 10^{-7}$ Кл. Найти напряженность поля в двух других вершинах квадрата.

9. Два заряда $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = 1,6 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся в воздухе на расстоянии 5 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на 3 см от первого и 4 см от второго заряда.

10. Между двумя вертикальными пластинами, находящимися на расстоянии 1 см друг от друга, висит заряженный шарик массой 0,1 г. После того как на пластины была подана разность потенциалов 1000 В, нить с шариком отклонилась на угол 10° . Найти заряд шарика.

11. Определить количество электронов, образующих заряд пылинки массой $5 \cdot 10^{-12}$ кг, если она находится в равновесии в электрическом поле, созданном двумя заряженными пластинами. Напряжение между пластинами 3000 В, а расстояние между ними 2 см.

12. Электрон вылетает из точки, потенциал которой 600 В, со скоростью $12 \cdot 10^6$ м/с в направлении силовых линий поля.

Определить потенциал точки, дойдя до которой электрон остановится.

13. Площадь пластины слюдяного конденсатора 36 см^2 , толщина слоя диэлектрика $0,14 \text{ см}$. Вычислить емкость, заряд и энергию конденсатора, если разность потенциалов на его обкладках 300 В .

14. Два одинаковых конденсатора переменной емкости соединяют в блок. В каких пределах можно изменять емкость этого блока? Емкость каждого конденсатора может изменяться от 150 до 250 пФ .

15. Емкость батареи конденсаторов равна $5,8 \text{ мкФ}$. Каковы емкость и заряд первого конденсатора, если $C_2 = 1 \text{ мкФ}$, $C_3 = 4 \text{ мкФ}$, а подведенное напряжение 220 В (рис. 60)?

16. Какой заряд необходимо передать плоскому конденсатору емкостью $0,015 \text{ мкФ}$, чтобы пылинка массой 10^{-11} г , потерявшая 20 электронов, могла находиться в равновесии в поле этого конденсатора? Расстояние между пластинами $2,5 \text{ мм}$.

17. В плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам влетает электрон со скоростью $2 \cdot 10^7 \text{ м/с}$. Длина конденсатора 5 см , расстояние между пластинами 2 см . Напряжение между пластинами 200 В . Определить отклонение электрона, вызванное напряжением на конденсаторе.

18. Электрон, двигаясь в вакууме по силовой линии электрического поля, полностью теряет свою скорость между точками с разностью потенциалов 400 В . Определить скорость электрона при его попадании в электрическое поле.

19. Между двумя параллельными горизонтальными пластинами с напряжением $0,7 \text{ кВ}$ висит капелька масла радиусом $1,5 \text{ мкм}$. Расстояние между пластинами $0,4 \text{ см}$, плотность масла 800 кг/м^3 . Найти заряд капли.

20. В плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам влетает электрон со скоростью $3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$; при вылете из конденсатора он смещается на $1,76 \text{ мм}$. Определить его удельный заряд $\frac{e}{m}$, если длина конденсатора 3 см , расстояние между пластинами 2 см , напряжение между пластинами 400 В .

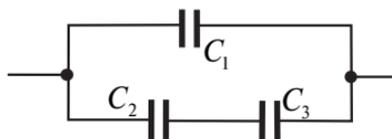


Рис. 60

1. Пылинка массой 10^{-8} г находится в однородном электрическом поле. Сила тяжести пылинки уравновешена электрической силой. Найти напряженность электрического поля, если заряд пылинки $16 \cdot 10^{-16}$ Кл.

2. Два заряда $+5 \cdot 10^{-8}$ Кл и $+20 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии 21 см друг от друга. В какой точке на линии, соединяющей эти заряды, надо поместить третье тело с зарядом $-2 \cdot 10^{-8}$ Кл, чтобы оно оказалось в равновесии?

3. Два точечных одноименных заряда $16 \cdot 10^{-6}$ Кл и $24 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, отстоящей на 4 см от первого заряда на прямой, соединяющей заряды.

4. Напряженность поля между обкладками плоского конденсатора 6000 В/м. Определить массу помещенной в это поле пылинки, несущей заряд $1,6 \cdot 10^{-11}$ Кл и находящейся в равновесии.

5. Два заряда $+6 \cdot 10^{-7}$ Кл и $+24 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся на расстоянии 12 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?

6. Два точечных заряда $18 \cdot 10^{-8}$ Кл и $25 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии 8 см друг от друга. Найти напряженность в точке, отстоящей на 3 см от первого заряда на прямой, соединяющей заряды.

7. Два заряда $q_1 = +27 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -64 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены на концах гипотенузы AB . Определить напряженность поля в точке C (рис. 61).

8. До какой разности потенциалов надо зарядить горизонтально расположенные на расстоянии 4 см друг от друга пластинки, чтобы пылинка массой $3 \cdot 10^{-8}$ г и зарядом $-1,6 \cdot 10^{-16}$ Кл была между ними в равновесии?

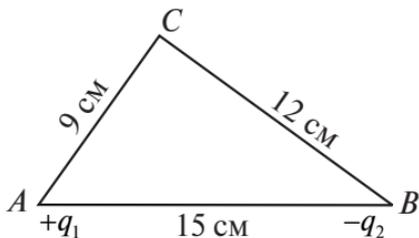


Рис. 61

9. Определить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами $+2 \cdot 10^{-7}$ Кл и $-4 \cdot 10^{-7}$ Кл, находящимися в скипидаре на расстоянии 10 см друг от друга.

10. В вершинах A и B равнобедренного прямоугольного треугольника с катетами по 5 см

находятся одноименные заряды по $25 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определить напряженность в третьей вершине C при прямом угле.

11. Двигаясь в электрическом поле, электрон увеличил свою скорость с 2000 км/с до 3000 км/с. Какова разность потенциалов между начальной и конечной точками пути?

12. Расстояние между двумя точечными зарядами $q_1 = +8 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -6 \cdot 10^{-9}$ Кл равно 5 см. Определить напряженность поля в точке, находящейся на расстоянии 4 см от заряда q_1 и 3 см от заряда q_2 .

13. Какую скорость приобрел электрон, пролетевший расстояние между точками поля с разностью потенциалов 3000 В? Начальная скорость электрона равна нулю.

14. Два точечных одноименных заряда по $12 \cdot 10^{-9}$ Кл каждый находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, отстоящей на 8 см от первого и на 6 см от второго заряда.

15. Пылинка, заряд которой $9,8 \cdot 10^{-16}$ Кл, висит между пластинами плоского воздушного конденсатора, к которому приложено напряжение 5000 В. Расстояние между пластинами 5 см. Какова масса пылинки?

16. Какова скорость α -частицы, прошедшей в электрическом поле из состояния покоя разность потенциалов 100 В? Заряд α -частицы равен $2e$, а ее масса $6,64 \cdot 10^{-27}$ кг.

17. Между двумя точечными зарядами $+4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл расстояние равно 0,6 м. Найти напряженность в средней точке между зарядами.

18. Пылинка массой 10^{-8} г находится между горизонтальными пластинами, к которым приложено напряжение 5 кВ. Расстояние между пластинами 5 см. Каков заряд пылинки, если она висит в воздухе?

19. Между зарядами $+q$ и $+9q$ расстояние равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю?

20. Найти напряженность в точке B (рис. 62), если каждый из зарядов q равен $+8 \cdot 10^{-11}$ Кл.

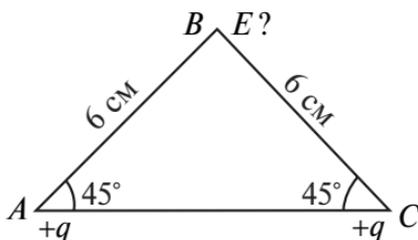


Рис. 62

1. Два одинаковых заряженных металлических шарика массой по 0,5 г подвешены из одной точки на нитях длиной по 1 м. Отталкиваясь, они разошлись на 4 см. Найти заряд каждого шарика.

2. Два положительных точечных заряда находятся в вакууме на расстоянии 50 см друг от друга. $q_1 = 2q_2$. Где на прямой, их соединяющей, нужно поместить третий заряд $q_3 > 0$, чтобы он был в равновесии? Изменится ли ответ, если $q_3 < 0$?

3. На расстоянии 50 см расположены два точечных заряда $+3 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти напряженность и потенциал в точке, находящейся посередине между зарядами.

4. Шарик массой 10 г несет на себе заряд $1,7 \cdot 10^{-6}$ Кл. С каким ускорением он будет падать в однородном электрическом поле с напряженностью 300 В/см против силовых линий поля?

5. Между двумя вертикальными разноименно заряженными пластинами, расположенными на расстоянии 1 см друг от друга, на нити висит шарик массой 0,5 г с зарядом $1,73 \cdot 10^{-9}$ Кл. После подачи на пластине напряжения 1000 В нить отклонилась на некоторый угол. Найти величину этого угла.

6. Электрон вылетает из точки, потенциал которой 600 В, имея скорость 10^8 см/с, направленную вдоль силовых линий поля. Найти потенциал точки, дойдя до которой электрон остановится.

7. Два заряда $q_1 = +12 \cdot 10^{-11}$ Кл и $q_2 = -16 \cdot 10^{-11}$ Кл расположены на концах гипотенузы AB . Найти напряженность поля в точке C , если $AC = 3$ см, $BC = 4$ см, $AB = 5$ см (рис. 63).

8. Шарик массой 150 мг, подвешенный на непроводящей нити, имеет заряд 10^{-8} Кл. На расстоянии 32 см снизу помещается второй маленький шарик. Каким должен быть по величине и знаку его заряд, чтобы натяжение нити увеличилось в два раза?

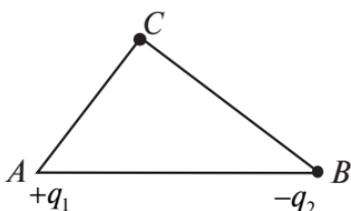


Рис. 63

9. Два шарика массой по 5 г подвешены на нитях. После получения одинаковых отрицательных зарядов они разошлись на расстояние $r = 10$ см, а угол между нитями стал 30° . Определите число электронов на каждом шарике.

10. В трех вершинах квадрата со стороной 1 м находятся одинаковые заряды по 10^{-8} Кл. Найти напряженность и потенциал в четвертой вершине.

11. Электрон влетает со скоростью $v_0 = 6 \cdot 10^7$ м/с в плоский конденсатор параллельно его пластинам, расстояние между которыми $d = 1$ см. Длина конденсаторов 10 см, напряжение на его пластинах 1000 В. Найти отклонение электрона, вызванное напряжением на пластинах.

12. Заряженная капелька масла ($\rho = 800$ кг/м³) радиусом $r = 2$ мкм несет заряд в 3 электрона. Расстояние между пластинами горизонтального конденсатора, где «висит» капля, 8 мм. Какое напряжение на пластинах?

13. Два заряда по $2 \cdot 10^{-7}$ Кл каждый находятся на расстоянии 40 см друг от друга. Найти напряженность и потенциал в точке, удаленной на 25 см от каждого заряда. Заряды разноименные.

14. Между двумя горизонтальными разноименно заряженными пластинами конденсатора находится капелька масла массой 10^{-8} г, заряд которой 10^{-14} Кл. Разность потенциалов между пластинами 240 В, а расстояние между ними 2,5 см. Найти время, в течение которого капелька достигнет пластины, если вначале она находилась на равном расстоянии между ними.

15. Электрон, пролетая в электрическом поле из точки A в точку B , увеличил скорость с $v_A = 1000$ км/с до $v_B = 3000$ км/с. Найти $\varphi_A - \varphi_B$, если $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

16. Сила тяготения между двумя наэлектризованными шариками массой по 1 г уравновешена электрической силой отталкивания. Считая заряды шариков равными, определить их величину.

17. Электрон влетает в плоский конденсатор на равном расстоянии от пластин, имея скорость $2 \cdot 10^7$ м/с, направленную параллельно пластинам конденсатора. Расстояние между пластинами 1 см, их длина 4 см, напряжение между пластинами 91 В. Вылетит ли электрон из конденсатора?

18. Два одноименных заряда по $2 \cdot 10^{-7}$ Кл расположены на расстоянии 40 см друг от друга. Найти напряженность и потенциал поля в точке, удаленной на 25 см от каждого заряда.

19. Определить величину заряда, который необходимо сообщить двум параллельно соединенным конденсаторам, чтобы

зарядить их до разности потенциалов 20 кВ, если их емкости $C_1 = 2 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 1 \text{ мкФ}$. Сколько теплоты выделится, если обкладки конденсаторов соединить проводником?

20. Между двух вертикальных пластин, находящихся на расстоянии 2 см друг от друга, подвешен шарик массой 0,1 г. При разности потенциалов на пластинах 900 В нить отклоняется на угол 10° . Найти заряд шарика.

3 группа

Т 10/22

1. Два заряженных шарика массой $m_1 = m_2 = 2 \text{ г}$ подвешены на нитях длиной 2 м. Шарикам сообщаются одноименные заряды по $5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Найти расстояние между центрами шариков.

2. В вертикальном электрическом поле между пластинами плоского конденсатора покоится капелька масла, имеющая заряд $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Определить радиус капельки, если напряжение между пластинами 500 В, а расстояние между ними $d = 0,5 \text{ см}$, плотность масла 900 кг/м^3 .

3. Одинаковые по величине, но разные по знаку заряды $q = 1,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 2 \text{ м}$. Определить напряженность и потенциал в третьей вершине и посередине между ними.

4. Точечные заряды $-5q$ и $+2q$ закреплены на расстоянии r друг от друга. Где на линии, соединяющей заряды, следует поместить положительный заряд q , чтобы он был в равновесии?

5. Электрическое поле образовано двумя зарядами $+5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$ и $-5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$, расположенными на расстоянии 10 см друг от друга в точках A и B . Какая сила будет действовать на капельку, находящуюся на оси симметрии на расстоянии 5 см от середины отрезка AB , если ее заряд равен $10\bar{e}$? Какое ускорение получит капелька, если ее масса равна $0,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$?

6. На пластины плоского конденсатора, отстоящие друг от друга на расстояние 3 см, подано напряжение 300 В. Электрон, имеющий в некоторой точке A скорость 2000 км/с, пролетает против силовой линии поля 5 мм. Какую скорость он будет иметь в конце этого пути?

7. В электрическое поле между двумя пластинами конденсатора влетает электрон со скоростью $v_0 = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ параллельно пла-

стинам, расстояние между которыми $d = 2$ см. Определить напряжение между пластинами, если отклонение электрона на пути 5 см в этом поле равно 2,5 мм.

8. Два заряженных шарика, подвешенные на нитях одинаковой длины, опускают в керосин. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения в воздухе и в керосине был бы один и тот же ($\rho_{\text{ш}} > \rho_{\text{к}}$)?

9. Маленький шарик массой 0,3 г и зарядом $+3 \cdot 10^{-7}$ Кл подвешен на шелковой нити. На какое расстояние снизу нужно поднести другой шарик с зарядом $+5 \cdot 10^{-8}$ Кл, чтобы натяжение нити стало вдвое меньше?

10. Точечные заряды q_1, q_2, q_3 расположены в вершинах правильного треугольника со стороной a . Определить напряженность и потенциал в точке пересечения биссектрис, если $q_1 = q_2 = q_3$.

11. α -частица влетает в плоский конденсатор параллельно горизонтальным пластинам на равном от них расстоянии. α -частица попадает на пластинку на расстоянии 4 см от начала конденсатора. Найти напряжение на пластинах, если до конденсатора α -частица была разогнана разностью потенциалов 150 В, а расстояние между пластинами 4 см ($q_{\alpha} = 2e; m_{\alpha} = 4m_p$).

12. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 1,8 \cdot 10^4$ м/с влетает в электрическое поле напряженностью $3 \cdot 10^3$ В/м и движется против поля на расстояние 7,1 см. Каково его ускорение? Какова его скорость в конце пути?

13. В вершинах квадрата со стороной a расположены одинаковые по модулю заряды (рис. 64). Найти потенциал поля в точке A и напряженность поля в точке B , если эти точки расположены посередине сторон квадрата.

14. Электрон влетает в плоский конденсатор на равном расстоянии от его пластин со скоростью $2 \cdot 10^7$ м/с параллельно пластинам. Расстояние между пластинами 1 см, их длина 6 см. Напряжение между пластинами 90 В. Вылетит ли он из конденсатора?

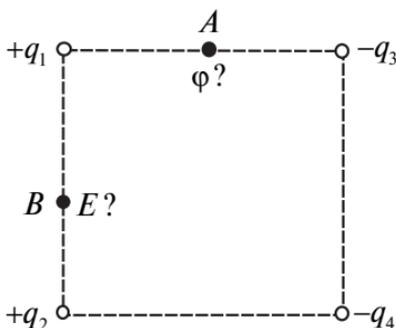


Рис. 64

15. Два одинаковых малых шарика подвешены из одной точки на нитях равной длины и одинаково заряжены. При погружении в жидкий диэлектрик угол расхождения нитей остался таким же, как в воздухе. Плотность материала шаров ρ , плотность диэлектрика — ρ_0 ($\rho > \rho_0$). Найти диэлектрическую проницаемость диэлектрика.

16. Два шара, емкости которых $C_1 = 2$ пФ и $C_2 = 3$ пФ, заряженных зарядами $q_1 = 20 \cdot 10^{-8}$ и $q_2 = 10 \cdot 10^{-8}$ Кл, соединили проволокой. Каким станет заряд на каждом шаре после соединения?

17. Электрон влетает параллельно пластинам конденсатора со скоростью $v_0 = 10^7$ м/с. Напряженность поля 100 В/см, длина пластин конденсатора $l = 5$ см. Определить модуль и направление скорости электрона перед вылетом из конденсатора.

18. Конденсатор $C_1 = 3$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 300$ В, конденсатор $C_2 = 2$ мкФ до $U_2 = 200$ В. Обкладки конденсаторов соединяют параллельно. Какое установится напряжение на их обкладках после соединения?

19. Большая капля воды получилась при слиянии 125 мелких одинаковых капелек. До какого потенциала они были заряжены, если потенциал большей капли 2,5 В?

20. Плоский воздушный конденсатор имеет емкость C . Определить емкость того же конденсатора, когда он наполовину погружен в трансформаторное масло ($\epsilon = 2,2$) так, что его пластины перпендикулярны к поверхности масла.

ПОСТОЯННЫЙ ТОК (Д/3)

1 группа

Д 10/9

1. Имеются три сопротивления по 2 Ом каждое. Какие сопротивления можно из них получить? Составить все возможные схемы и вычислить общие сопротивления.

2. Три проводника с сопротивлениями 10, 20 и 30 Ом соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 120 В. Определить общее сопротивление и падение напряжения на каждом из резисторов.

3. Какое сопротивление и как нужно подключить к проводнику с сопротивлением 24 Ом, чтобы получить сопротивление 20 Ом?

4. В каких пределах будет изменяться сопротивление цепи (рис. 65) при перемещении ползуна реостата из крайнего левого положения в крайнее правое?

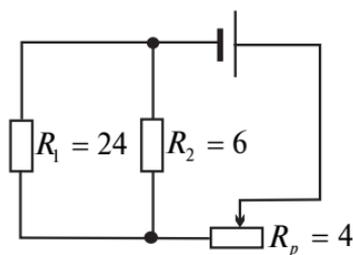


Рис. 65

5. Определить падение напряжения в линии электропередачи длиной 500 м при токе в ней 15 А. Проводка выполнена алюминиевым проводом сечением 14 мм².

6. Необходимо изготовить реостат на 6 Ом из никелиновой проволоки диаметром 0,8 мм. Какой длины проводник необходимо взять? Каким будет падение напряжения на полностью включенном реостате при токе 1,5 А?

7. По вольфрамовой проволоке длиной 6 м и сечением 0,5 мм² за 15 с прошел заряд 27 Кл. Какое напряжение покажет вольтметр, подключенный к концам проволоки?

8. Четыре одинаковых сопротивления по 10 Ом каждое соединены, как показано на рис. 66. Каким будет общее сопротивление, если ток подвести к точкам А и С? к точкам А и D?

9. Определить общее сопротивление четырех проводников (рис. 67), если напряжение между точками А и В равно 18 В. Чему равны токи в отдельных проводниках?*

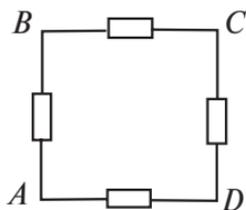


Рис. 66

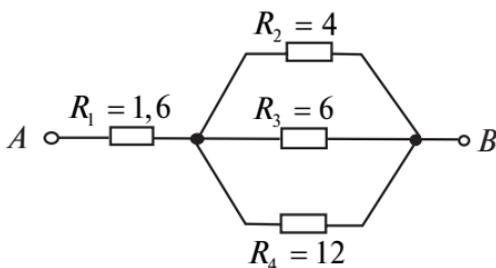


Рис. 67

* В этой и во всех последующих задачах сопротивления на схемах считать в Омах.

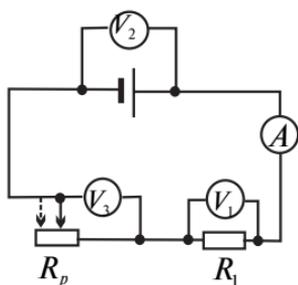


Рис. 68

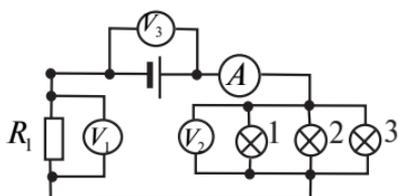


Рис. 69

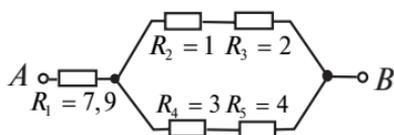


Рис. 70

10. К генератору с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 3 Ом присоединен нагревательный прибор с сопротивлением 21 Ом. Определить силу тока в цепи и падение напряжения внутри генератора.

11. Внутреннее сопротивление генератора 0,6 Ом. При замыкании на внешнее сопротивление 6 Ом напряжение на его зажимах 120 В. Определить ток в цепи и ЭДС генератора.

12. Как изменятся показания всех приборов, если ползун реостата (рис. 68) передвинуть влево?

13. К источнику тока с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключено сопротивление. Определить величину этого сопротивления и падение напряжения на нем, если ток в цепи 0,6 А.

14. Источник электрической энергии с внутренним сопротивлением 0,5 Ом замкнут никелиновым проводником длиной 12,5 м и сечением 0,5 мм². Определить силу тока в цепи и ЭДС источника, если напряжение на его зажимах 5,25 В.

15. Как изменятся показания приборов (рис. 69), если лампа 3 перегорит?

16. Какое количество энергии будет израсходовано за 30 мин при включении в сеть с напряжением 220 В электрической плитки мощностью 660 Вт? Определить величину тока в цепи.

17. Какую массу воды с начальной температурой 18 °С можно вскипятить за 10 мин на плитке мощностью 600 Вт, если КПД плитки 82%?

18. Найти токи, текущие по каждому из резисторов (рис. 70), если напряжение на участке *AB* равно 50 В.

1. Четыре одинаковых сопротивления соединяют различными способами. Начертить все возможные схемы соединений. Определить эквивалентные сопротивления во всех случаях.

2. В сеть с напряжением 220 В включены последовательно 10 ламп с сопротивлением по 24 Ом, рассчитанные на напряжение 12 В каждая. Лишнее напряжение поглощается реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата.

3. Какое дополнительное сопротивление необходимо присоединить к вольтметру с сопротивлением 1500 Ом, чтобы цена деления на шкале увеличилась в 5 раз?

4. К лампе с сопротивлением 5 Ом последовательно присоединен реостат с сопротивлением 7,5 Ом. Определить ток в лампе, если напряжение на зажимах генератора 127 В, а проводка выполнена медным проводом длиной 20 м и сечением 18 мм².

5. Найти эквивалентное сопротивление и показание амперметра по схеме рис. 71.

6. Каково сопротивление реостата в цепи, изображенного на рис. 72, если амперметр показывает 0,3 А, а вольтметр 4 В? Сопротивление вольтметра 80 Ом.

7. Елочная гирлянда состоит из 29 ламп сопротивлением 19 Ом каждая, соединенных последовательно. Сопротивление подводящих проводов 1 Ом. Определить ток в гирлянде и падение напряжения в подводящих проводах, если напряжение в сети 127 В.

8. Каково сопротивление реостата и лампочки в схеме, изображенной на рис. 73, если наименьшее и наибольшее значения тока в цепи 1,5 и 2,5 А? Напряжение на зажимах источника 12 В.

9. Определить общее сопротивление цепи (рис. 74), если напряжение между точками А и В равно 110 В. Определить токи в 3-м, 5-м и 6-м проводниках и распределение напряжений.

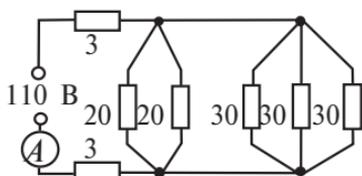


Рис. 71

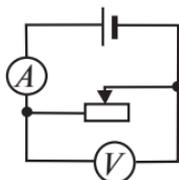


Рис. 72

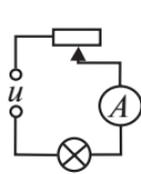


Рис. 73

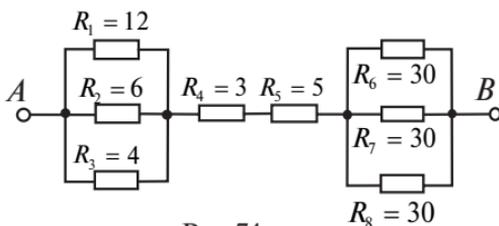


Рис. 74

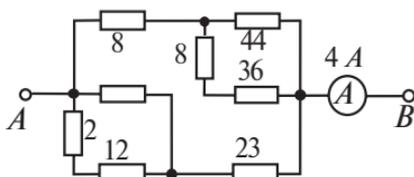


Рис. 75

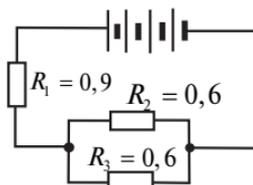


Рис. 76

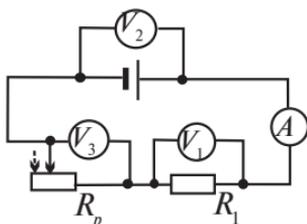


Рис. 77

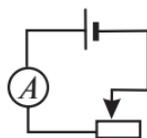


Рис. 78

10. Определить общее сопротивление цепи в схеме на рис. 75 и напряжение между точками A и B .

11. Найти распределение токов и напряжений во внешней цепи (рис. 76), если ее питают четыре аккумулятора с ЭДС по $1,4$ В и внутренним сопротивлением $0,2$ Ом каждый, соединенные в батарею последовательно.

12. Как изменятся показания всех приборов, если ползун реостата передвинуть влево (рис. 77)?

13. Элемент с ЭДС $2,1$ В и внутренним сопротивлением $0,2$ Ом соединен с реостатом (рис. 78). Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата железную проволоку, если площадь ее сечения $0,75$ мм²?

14. Найти общее сопротивление цепи, изображенной на рис. 79, если $R_1 = 4$; $R_2 = 3$; $R_3 = 12$; $R_4 = 6$ Ом.

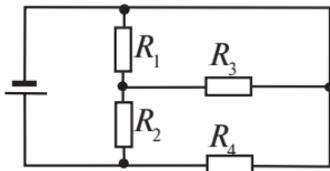


Рис. 79

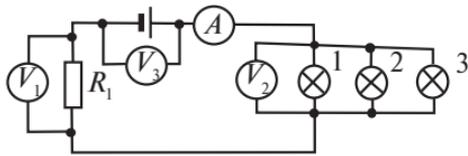


Рис. 80

15. Как изменятся показания приборов и накал ламп (рис. 80), если лампа 3 перегорит?

16. Три лампы сопротивлением 240 Ом каждая соединены параллельно и включены в сеть с напряжением 120 В. Определить мощность, потребляемую всеми лампами, общий ток и энергию, израсходованную за 8 ч горения.

17. Грузовой лифт массой 2,4 т равномерно поднимается на высоту 25 м за 49 с. КПД лифта 50%. На какую минимальную мощность должен быть рассчитан двигатель лифта?

18. Какое максимальное тяговое усилие развивает дизельный электротрактор при скорости передвижения 2 км/ч, если его тяговый электродвигатель с КПД 72% работает при токе 360 А и напряжении 470 В?

1 группа

Т 10/22

1. Два проводника, соединенных параллельно, имеют сопротивление 2,4 Ом. Сопротивление одного из них 4 Ом. Чему равно сопротивление этих проводников при их последовательном соединении?

2. Батарея аккумуляторов, установленная на автомобиле, имеет ЭДС 12 В и внутреннее сопротивление 0,005 Ом. Определить силу тока, проходящую через стартер в начальный момент, и напряжением на зажимах батареи, если сопротивление стартера и соединительных проводов 0,07 Ом.

3. Через алюминиевый проводник длиной 70 см и площадью поперечного сечения 0,75 мм² протекает ток 0,5 А. Какое напряжение на концах этого проводника? Какой заряд протекает через проводник за 3 мин?

4. Определить ЭДС источника тока с внутренним сопротивлением 0,25 Ом, если при замыкании его железным проводником длиной 5 м и сечением 0,2 мм² в цепи возникает ток 0,5 А.

5. Как изменятся показания приборов (рис. 81), если включить лампу 3?

6. Определить количество израсходованной электрической энергии за 5 ч работы двигателя токарного станка, если при напряжении 220 В в двигателе идет ток 5 А. Определить стоимость израсходованной энергии при действующем в настоящее время тарифе.

7. Каковы будут показания амперметра (рис. 82), если переключатель поочередно поставить в положение *A*, *B*, *C*? ЭДС батареи равна 15 В, а ее внутреннее сопротивление 3 Ом; сопротивление резисторов $R_1 = R_2 = 24$ Ом.

8. Определить силу тока в каждом резисторе (рис. 83).

9. По схеме, представленной на рис. 84, определить общее сопротивление цепи.

10. Как изменятся показания приборов (рис. 85), если ползун реостата передвинуть влево?

11. За какое время на плитке можно вскипятить 2 л воды, взятой при 20 °С, если при напряжении 210 В по ней течет ток 5 А? Потерями тепла пренебречь.

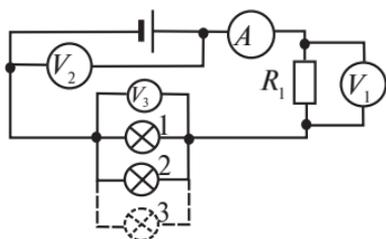


Рис. 81

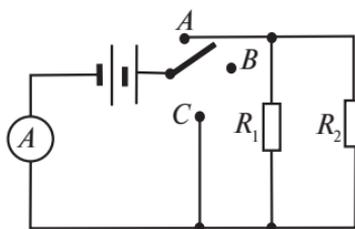


Рис. 82

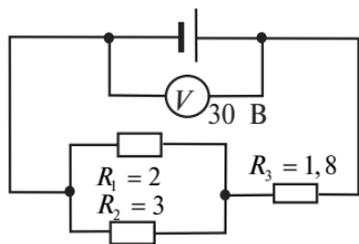


Рис. 83

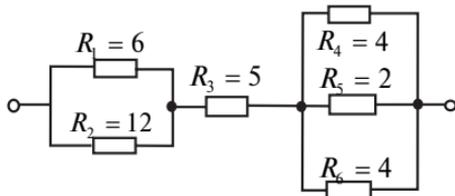


Рис. 84

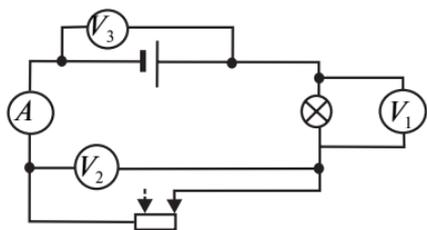


Рис. 85

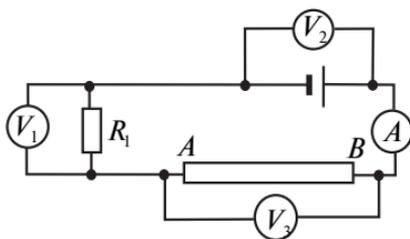


Рис. 86

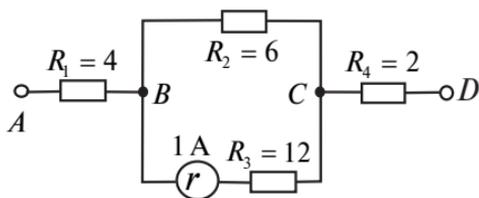


Рис. 87

12. Сопротивление нити накала электрической лампы в рабочем состоянии 144 Ом, напряжение 120 В. Определить ток в лампе, потребляемую мощность и расход энергии за 10 ч горения.

13. Электрический кипятильник за 10 мин нагревает 2 кг воды от 20 °С до кипения. Определить сопротивление нагревательного элемента кипятильника, по которому протекает ток 5 А, если считать, что вся выделившаяся в нем теплота пошла на нагревание воды.

14. Две лампы с сопротивлением $R_1 = 15$ Ом и $R_2 = 30$ Ом соединены параллельно. Определить мощность каждой лампы, если ток, текущий по первой лампе 0,3 А.

15. Как изменятся показания приборов (рис. 86), если провод *AB* перерезать пополам, сложить половинки и снова включить?

16. Электрический самовар мощностью 600 Вт нагревает 1,5 л воды от 10 °С до кипения за 20 мин. Определить КПД самовара и стоимость энергии при действующем в настоящее время тарифе.

17. При равномерном движении трамвайного вагона на горизонтальном участке двигатели развивают силу тяги 2 кН. Сила тока в цепи 80 А. КПД 80%, напряжение сети 550 В. Определить скорость движения трамвая.

18. Определить силу тока, протекающего через резисторы, и общее сопротивление цепи (рис. 87).

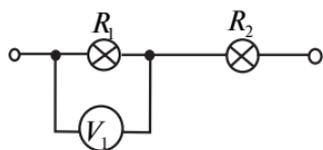


Рис. 88

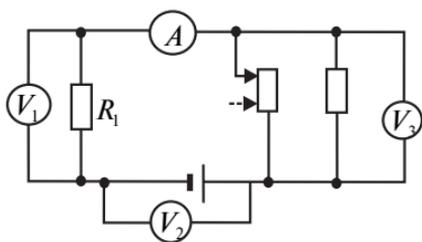


Рис. 89

19. Определить мощность каждой лампы, если $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $U_1 = 2 \text{ В}$ (рис. 88).

20. Как изменятся показания приборов (рис. 89), если ползун реостата передвинуть вниз?

2 группа

Т 10/23

1. Определить силу тока в магистрали, если через амперметр, снабженный шунтом с сопротивлением $0,04 \text{ Ом}$, идет ток 5 А . Сопротивление амперметра $0,12 \text{ Ом}$.

2. Лифт массой $1,57 \text{ т}$ поднимается со скоростью 1 м/с . Какую мощность потребляет электродвигатель лифта? Определить силу тока, если напряжение $U = 220 \text{ В}$, КПД = 92% .

3. Лампа мощностью 500 Вт рассчитана на напряжение 110 В . Определить сопротивление лампы в рабочем состоянии. Определить дополнительное сопротивление, требуемое для включения ее в сеть с напряжением 127 В .

4. Определить общее сопротивление цепи и силу тока в отдельных проводниках (рис. 90).

5. Как изменятся показания приборов и накал ламп (рис. 91), если вернуть лампу 3?

6. Электрический камин изготовлен из никелинового провода длиной 50 м и сечением $1,4 \text{ мм}^2$. Определить мощность, потребляемую камином, и стоимость электроэнергии за 2 ч работы, если напряжение в сети 120 В . Тариф принять действующим в настоящее время.

7. Определить общую силу тока в шести электродвигателях, установленных на электровозе, если напряжение на линии 3000 В , мощность каждого двигателя 350 кВт , КПД 92% .

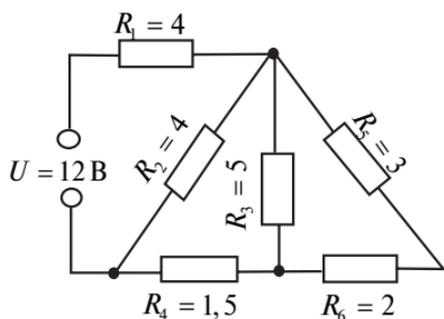


Рис. 90

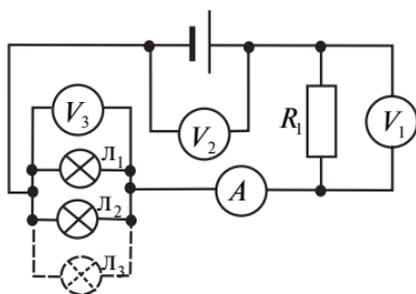


Рис. 91

8. Найти силу тока (рис. 92), получаемую от батареи с ЭДС = 6 В, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 1,5$ Ом, $R_4 = 3$ Ом. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

9. Определить сопротивление нагревательного элемента электрического чайника, в котором 1,8 л воды, взятой при 10°C , нагреваются до 100°C за 22,5 мин. Эл. чайник работает от сети с напряжением 120 В и имеет КПД 80%. Чему равен ток в нагревательном элементе?

10. Как изменятся показания приборов и накал лампы (рис. 93), если ползун реостата подвинуть влево?

11. Две лампы накаливания мощностью 100 и 80 Вт рассчитаны на напряжение 120 В. Какую мощность будет потреблять каждая лампа, если их включить в сеть не параллельно, а последовательно? Какая лампа будет гореть ярче? Найти напряжение на каждой лампе.

12. Шахтная клеть массой 1,8 т поднимается равномерно на 25 м за 1 мин и приводится в движение двигателем с КПД 90%. Напряжение, подаваемое на двигатель, 220 В. Определить мощность тока в электродвигателе и израсходованную за один подъем энергию. Чему равен ток в двигателе?

13. Батарея аккумуляторов с ЭДС 12,4 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом включена в цепь, как показано на рис. 94. Амперметр показывает 2 А при $R_1 = 2,9$ Ом, $R_2 = 1,6$ Ом и $R_3 = 6$ Ом. Определить величину сопротивления R_4 , ток проходящий через него, и напряжение на зажимах батареи.

14. Сколько льда при температуре -10°C можно растопить за 10 мин на электрической плитке, работающей от сети с напряжением 220 В при силе тока 3 А, если общий КПД установки 80%?

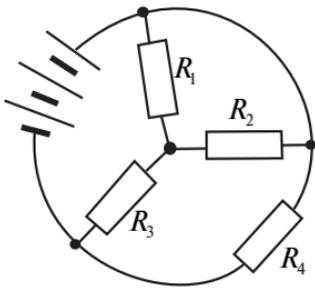


Рис. 92

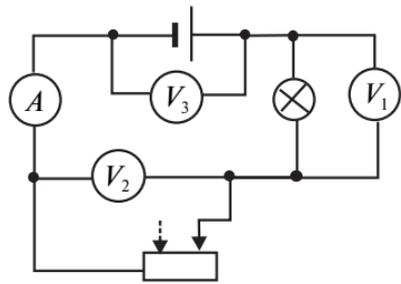


Рис. 93

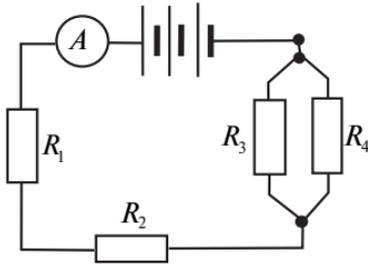


Рис. 94

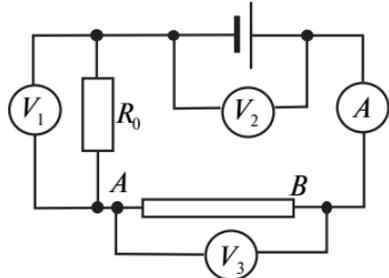


Рис. 95

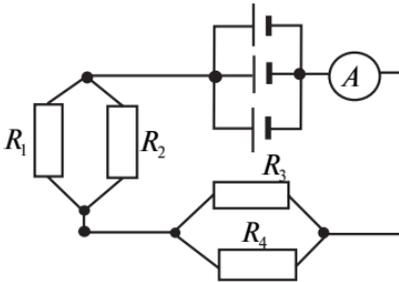


Рис. 96

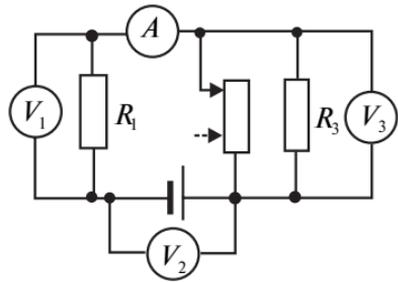


Рис. 97

15. Как изменятся показания приборов (рис. 95), если провод AB перерезать пополам, сложить обе половинки и снова включить?

16. Электрический кипятильник мощностью 1 кВт, работающий от сети с напряжением 220 В, за 12 мин нагревает 1,5 л воды на 88 °С. Определить стоимость израсходованной энергии и силу тока в цепи. Тариф, действующий в настоящее время. Чему равен КПД кипятильника?

17. Определить показания амперметра и силу тока в резисторе R_3 (рис. 96), если ЭДС одного элемента 1,44 В, его внутреннее сопротивление 0,6 Ом. $R_1 = R_2 = 1,2$ Ом; $R_3 = 2$ Ом; $R_4 = 3$ Ом.

18. Каким должен быть диаметр железного проводника длиной 5 м, чтобы, замкнув им элемент с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом, получить ток 0,6 А?

19. В медный калориметр массой 0,13 кг налито 0,3 кг керосина и опущена спираль сопротивлением 3 Ом. Сколько времени следует пропускать через спираль ток 2 А, чтобы температура в калориметре повысилась на 2,5 К?

20. Как изменятся показания приборов (рис. 97), если ползун реостата передвинуть вниз?

3 группа

Т 10/24

1. К сети напряжением 120 В присоединяются два резистора. При их последовательном соединении сила тока равна 3 А, а при параллельном — 16 А. Чему равны сопротивления этих резисторов?

2. Батарея элементов с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением $r = 1,2$ Ом создает ток в цепи 1 А. Определить сопротивление R и напряженность поля в плоском конденсаторе (рис. 98), если расстояние между его обкладками 0,16 см.

3. Имеется катушка медной проволоки сечением 0,1 мм². Масса проволоки 0,3 кг. Определить сопротивление проволоки.

4. Из куска проволоки сопротивлением $R = 10$ Ом сделано кольцо. Где следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца равнялось $r = 1$ Ом?

5. Как изменятся показания приборов и накал ламп (рис. 99), если вывернуть лампу 3?

6. Три одинаковые элемента, соединенные последовательно и замкнутые проводником с сопротивлением 1,5 Ом, создают ток 2 А. При параллельном соединении элементов в том же проводнике возникает ток 0,9 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление каждого элемента.

7. Определить силу тока в обмотке трамвайного двигателя, развивающего силу тяги 5 кН, если напряжение в сети 550 В и трамвай движется со скоростью 30 км/ч. КПД двигателя 80%.

8. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление

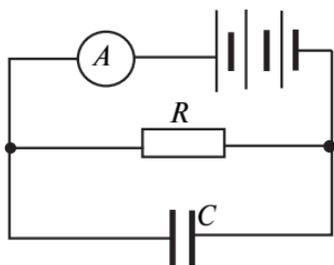


Рис. 98

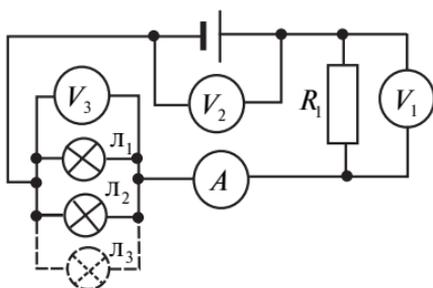


Рис. 99

$R_1 = 1$ Ом напряжение на зажимах аккумулятора $U_1 = 2$ В, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 2$ Ом напряжение на зажимах аккумулятора $U_2 = 2,4$ В.

9. При помощи амперметра с сопротивлением $0,9$ Ом, рассчитанного на измерение максимального тока 10 А, необходимо измерить силу тока до 100 А. Какой длины потребуется железный проводник сечением $0,28$ мм² для изготовления шунта?

10. Как изменятся показания приборов и накал лампы (рис. 100), если ползунок реостата передвинуть влево?

11. Электронагреватель работает от сети с напряжением 120 В при токе 5 А и за 20 мин нагревает $1,5$ л воды от 16° до 100° С. Определить потери энергии в процессе нагревания и КПД нагревателя.

12. Определить сопротивление металлического каркаса (рис. 101). Сопротивление каждого звена r .

13. Две лампы с мощностями 60 Вт и 100 Вт при номинальном напряжении 220 В включаются в цепь с тем же напряжением один раз параллельно, а другой раз последовательно. Определить количество тепла, выделяемое в каждой лампе за 30 с в обоих случаях.

14. Однородный стальной проводник длиной 100 м подключают к источнику постоянного напряжения 100 В на 10 с. Как изменится при этом температура проводника? Изменением сопротивления проводника при его нагревании пренебречь.

15. Как изменятся показания приборов (рис. 102), если проводник AB перерезать пополам, сложить половинки и снова включить?

16. Какое напряжение покажет вольтметр, присоединенный к точкам A и D ; B и E ; C и F (рис. 103)?

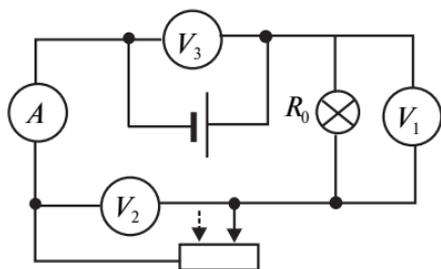


Рис. 100

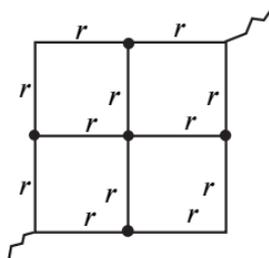


Рис. 101

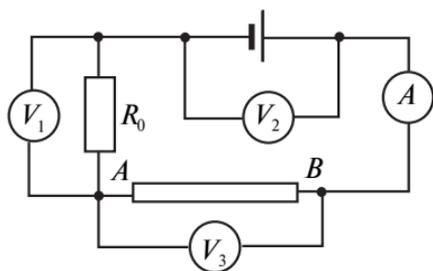


Рис. 102

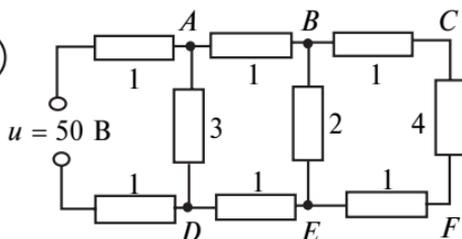


Рис. 103

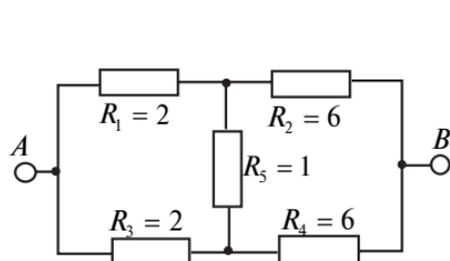


Рис. 104

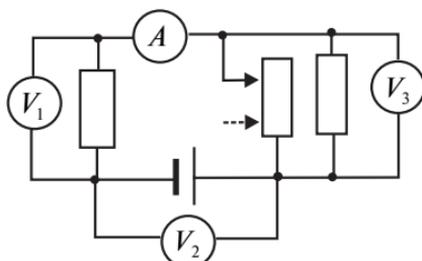


Рис. 105

17. Определить сопротивление сетки, сделанной в виде шестиугольника. Сопротивление каждого звена равно r .

18. Электрическая плитка имеет сопротивление 50 Ом и питается от сети с напряжением 220 В. КПД плитки 0,8. Сколько времени надо нагревать на этой плитке 2 кг льда, взятого при температуре 263 К, чтобы превратить его в воду, а полученную воду довести до кипения и превратить в пар?

19. По данной схеме (рис. 104) определить мощность тока в цепи. Напряжение между точками A и B равно 24 В.

20. Как изменятся показания приборов (рис. 105), если ползун реостата передвинуть вниз?

ТАБЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ



$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; \quad m_{\text{протона}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

В-во	«С» уд. теп- лоемкость ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$)	«L» уд. теплота парообр. ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	« t_k^o » темпер. кипения (^oC)	« λ » уд. теплота плавл. ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	« $t_{п.л}^o$ » темпер. плавл. (^oC)
сталь	500				
железо	460			$2,7 \cdot 10^5$	1539
керосин, бензин	2100				
стекло	840				
вода 4200		$2,3 \cdot 10^5$	100		
ртуть 140		$3 \cdot 10^5$	357		
алюминий	920			$3,9 \cdot 10^5$	660
лед	2100			$3,4 \cdot 10^5$	0
свинец	130			$0,25 \cdot 10^5$	327
олово 230				$0,59 \cdot 10^5$	232
медь	380			$2 \cdot 10^5$	1085
воздух					
углерод					
кислород	920				
азот					
неон					
водород					
гелий					
латунь	380				
каменный уголь					
раст. масло	2000				
вольфрам					
никелин					
серебро					
нихром					
парафин					
слюда					
скипидар					
алмаз					
глицерин					
кварц					
слюда					

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}; \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}$$

В-во	«q» теплотв. топлива ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	«ρ» плотность ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)	«m _r » относит. атомн. масса	«ρ ₃ » удельное сопротивл. $\times 10^{-6}$ (Ом · м)	«E» диэлект. прониц. среды	«n» абсол. показ. преломл.
сталь		7800		0,12		
железо		7800		0,098		
керосин, бензин	$4,6 \cdot 10^7$	710			2,1	
стекло		2500			7	1,5
вода		1000			81	1,33
ртуть		13600	200			
алюминий		2700	27	0,028		
лед		900				1,31
свинец		11300				
олово		7300				
медь		8900		0,017		
воздух		1,29	29 (молек.)			
углерод			12			
кислород			16			
азот			14			
неон			20			
водород		0,09	1			
гелий			4			
латунь		8500				
каменный уголь	$3,0 \cdot 10^7$					
раст.масло		800				
вольфрам				0,055		
никелин				0,4		
серебро		10500		0,016		
нихром				1,1		
парафин					2,1	
слюда					7	
скипидар					2,2	
алмаз						2,4
глицерин						1,47
кварц						1,54
слюда						1,618

ОТВЕТЫ



9 КЛАСС

КИНЕМАТИКА

Д 9/1

1) 14 м/с; 2) 15 м/с; 3) 5,5 м/с; 4) 80 м; 5) 90 м; 6) 25 м; 7) 375 м;
8) 0,0225 м/с²; 9) 6 м/с; 10) 32,4 м.

Д 9/2

1) 107,5 м; 2) 0,5 м/с²; 800 м; 3) 6 м/с; 4) 0,225 м/с²; 66,6 с;
5) 75000 м/с²; 300 м/с; 6) 1 м/с²; 20 с; 7) 15 м/с; 30 с; 8) 27 м/с²;
0,33 с; 9) 20 м/с; 10) 2 м/с; 1,25 с.

Т 9/1

1) 3600 м/с; 2) 24 м; 3) 20 с; 4) 96 м; 5) 6 м/с; 6) 6 м/с²; 7) 20 м/с;
8) 90 км; 9) 18 м/с; 10) 0,2 м/с²; 11) 0,6 м/с²; 12) 8 м; 13) 9 м/с;
14) 250 м; 15) 5 м.

Т 9/2

1) 360 м; 2) 12 с; 8,4 м/с²; 3) 5 м/с²; 2 с; 4) 50 с; 125 м; 5) 50 с;
40 м/с; 6) 177 м; 7) 3,63 с; 3,3 м; 8) 5 м/с²; 10 м; 9) 1 м/с²; 12 м/с;
10) 3,3 мин; 0,075 м/с²; 11) $4 \cdot 10^5$ м/с²; 15 см; 12) 10 с; 8 м; 13) 2 с;
14) 106,25 м; 15) 360 м.

Т 9/3

1) 30 с; 0,4 м/с²; 2) 875 м; 3) 80 см; 4) 50 с; 125 м; 5) 50 с; 40 м/с;
6) 53 м; 7) 25 м/с²; 8) 2 м/с; 8 м/с; 9) 0,4 м/с²; 14 м/с; 10) 1 м/с²;
32 м; 11) 2 м/с²; 12) 18 м/с; 13) 240 м; 14) 200 с; 15) 10 м/с²; 300 м/с.

ДИНАМИКА

Д 9/3

1) 50 Н; 2) 7 кН; 3) 600 Н; 4) 15 Н; 5) 125 Н; 6) 1,8 кН; 7) 2,4 кН;
8) 160 Н.

Д 9/4

1) 2 кН; 2) 2 м/с²; 3) 600 Н; 4) 200 кг; 5) 1,7 кН; 6) 10 м/с; 7) 2 м/с²; 96 Н; 8) 0,03.

Д 9/5

1) 004; 2) 2 м; 3) 2 м/с²; 96 Н; 4) 1,6 м/с²; 24 Н; 5) 130 Н; 70 Н; 6) 712 Н; 7) 2 м/с²; 8) 5,2 кН.

Т 9/4

1) 10,1 кН; 2) 1,2 кН; 3) 40 кН; 4) 250 кН; 5) 4,5 кН; 6) 450 Н; 7) 15 Н; 8) 1 м/с²; 9) 1,75 кН; 10) 6 кг; 11) 4,5 кН; 12) 6,5 Н; 13) 150 кН; 14) 15 кН; 15) 160 Н.

Т 9/5

1) 5 кН; 2) 15 кН; 3) 300 кН; 4) 3 м/с²; 5) 24 Н; 20 Н; 6) 3 с; 7) 124,5 Н; 8) 3 м/с²; 21 Н; 9) 4,7 кН; 10) 20 кН; 11) 2,8 м/с²; 28 Н; 12) 1,2 кН; 13) 0,2; 14) 0,0075 м/с²; 0,2 Н; 15) 520 Н; 500 Н; 480 Н; 0.

Т 9/6

1) 700 кН; 2) 4 м/с²; 3) 70 Н; 4) 2 м/с²; 96 Н; 5) 40 м; 6) 4 м/с²; 40 Н; 24 Н; 7) 3,5 кН; 3,2 кН; 2,8 кН; 8) 96 Н; 84 Н; 2 м/с²; 9) 2 м/с²; 30 Н; 6 Н; 60 Н; 10) 3 кг; 11) 5 см; 12) 0,2; 0,96 Н; 13) 0,22 с; 14) $\mu L / (\mu + 1)$; 15) 4,5 м/с²; 16,5 Н; 53 Н.

**МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА.
МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ.
ИМПУЛЬСЫ**

Т 9/7

1) 210 Вт; 2) 1,2 м/с; 3) 200 кДж; 4) 615 Вт; 5) 2,7 кДж; 6) 0,6 м/с; 7) 100 кДж; 8) 547 кДж; 9) 112 кВт; 10) 187,5 кДж; 11) 376 кВт; 12) 20 Дж; 13) 0,7 м/с; 14) 80 кДж; 16 кВт; 15) 4 кВт.

Т 9/8

- 1) 200 МДж; 2) 0,36 м/с; 3) 25 м; 4) 10^7 кг; 5) 18 кН;
6) 10 м/с; 7) 100 м; 8) 0,33 м/с; 9) -480 Дж; 10) 18 Дж; 30 Дж;
11) 90 кВт; 12) 12,5 м/с; 13) 25 кН; 14) 50 Дж; 15) 0,3 м.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ**Т 9/9**

- 1) 3,14 с; 2) 0,628 с; 3) 26 м/с; 4) 1,57 кг; 5) 1 м; 6) 9,86 м/с²;
7) 11 см; 8) 0,15 с; 9) 0,4 с; 2,5 Гц; 10) 9,75 м/с²; 11) 0,5 м;
12) $T_m : T_3 = 1,58$; 13) $l_1 : l_2 = 2$; 14) 0,33 Гц; 15) 1,2.

Т 9/10

- 1) 2 с; 9,82 м/с²; 3) 2,45; 4) 2 Н/м; 5) 1,12; 6) $l_1 : l_2 = 4$; 7) 0,628 с;
8) 1,8; 10) 2,8; 11) 0,4 с; 12) 0,628 с; $8 \cdot 10^{-3}$ Дж; 13) 2,4 м/с;
14) $v_1 : v_2 = 2$; 15) 100 м.

Т 9/11

- 1) $l_1 : l_2 = 4$; 3) 6,3 см; 4) 2,5; 5) 2 ч 27 мин; 6) 1,42 с; $1,5 \times 10^{-2}$ Дж;
8) 5 с; 10) 0,7 м/с; 0,025 Дж; 11) 1 с; 12) $1,35 \cdot 10^{-6}$ Дж;
 10^{-6} Дж; $2,4 \cdot 10^{-6}$ Дж; 13) $m_2 : m_1 = 2,25$; 14) $\pi\sqrt{l/g} (1 + \sqrt{2/2})$;
15) $\Delta l = 8$ см.

10 КЛАСС

Т 10/1

1) 107,5 м; 2) 0,225 м/с²; 66,6 с; 3) 6 м/с; 4) 15 м/с; 30 с; 5) 1 м/с²; 20 с; 6) 300 м/с; 75000 м/с²; 7) 27 м/с²; 0,33 с; 8) 1 м/с²; 12 м/с; 9) 360 м; 10) 0,075 м/с²; 3,3 мин; 11) 5 м/с²; 10 м; 12) 106,25 м; 13) 2 с; 14) 0,001 с; 15) 10 с; 8 м.

Т 10/2

1) 5 кН; 2) 15 кН; 3) 300 кН; 4) 5 кг; 5) 3 м/с²; 6) 4500 Н; 7) 20 кН; 8) 24 Н; 20 Н; 9) 2 мин.; 10) 20 кН; 11) 2 м/с²; 96 Н; 12) 102 Н; 100 Н; 96 Н; 0; 13) 2,8 м/с²; 28 Н; 14) 2,8 кН; 15) 10 м/с.

Д 10/1

1) 5,5 кН; 2) 5 м/с²; 3) 2 м/с²; 4) 54 кН; 5) 4083 Н; 5651 Н; 6) 9,6 кН; 7) 64 Н; 8) 12 075 кН; 9) 2,4 м/с²; 10) ≈ 85 кН; ≈ 93 кН.

Д 10/2

1) 5,7 м/с²; 2) 0,45; 3) 6,67 м/с²; 4) 48 кН; 5) 12,8 м/с; 6) ≈ 1 м/с²; 230 Н; 7) 15 кН; 45 кН; 30 кН; 8) 30 кН; 9) 3,2 кН; 4,8 кН; 10) 12,8 Н; 5 м/с.

Т 10/3

1) 3,6 м/с²; 2) 2 м/с²; 3) 2,4 м/с²; 4) 11 кН; 5) 4 м/с²; 6) 0,6 м; 7) 4,8 кН; 3,2 кН; 8) 6,7 м/с²; 9) $\approx 11,3$ кН; 10) 5670 Н; 7280 Н; 11) 6,55 м/с²; 12) 54 Н; 13) 15 кН; 45 кН; 30 кН; 14) 950 Н; 15) 20 м/с.

Т 10/4

1) 7 Н; 9 Н; 2) 0,14; 3) 44,3 м/с; 62,6 м/с; 5) 8,5 м/с; 6) 5,6 км/с; ≈ 4 часа; 7) 48°; 8) 15,2 м/с; 9) может, т. к. $h > 300$ км; 10) 4,3 м; 11) 0,03; 0,4 м/с²; 22,3 с; 9 м/с; 12) 0,1 Гц; 13) 1,3 с; 14) 7,5 см; 15) 6 м/с.

Т 10/5

- 1) 0,1; 2) 4 м/с; 3) 420 Н; 300 Н; 5) 15,6 кН; 13 кН; 6) 3,6 см;
 7) 2000 км; 8) $2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$; 9) $51 \text{ м} \leq s \leq 76 \text{ м}$; 10) 1,34 Гц; 11) 82 км/ч;
 12) $\frac{1}{4}\mu_1 mg \cos \alpha$; 13) 2 с; 3 с; 14) 0,25 м/с²; 47,75 Н; 20,5 Н; 15) 2 Н;
 1,4 с.

Т 10/6

- 1) 125 м; 2) 30 м/с; 3) 2,23 с; 22,3 м/с; 4) 40 м/с; 5) 31,25 м; 2,5 с;
 6) 0,15 м; 1 м/с; 7) 80 м; 8) 20 м; 10 м/с; 9) 28 м/с; 2,8 с; 10) 45 м;
 0; 11) 45 м; 36 м; 12) 10 м; 2 с; 13) 30 м; 5 м/с; 14) 5 м; 3 м; 15) 2 с;
 20 м.

Т 10/7

- 1) 180 м; 60 м/с; 2) 31,25 м; 25 м/с; 3) 105 м; 20 м/с; 4) 10 с;
 100 м; 5) 40 м; 45 м; 6) 175 м; 60 м/с; 7) 160 м; 8) 35 м; 9,8 м/с;
 9) 20 м; 10) 5 м; 10 м/с; 11) 4 с; 35 м; 12) 10 м/с; 14 м/с; 13) 2 с;
 2 м/с; 14) 0,15 м; 0,2 м; 0,4 с; 15) 80 м.

Т 10/8

- 1) $H_{\text{н}} : H_{\text{з}} = 6$; 2) 28,3 м/с; 2,8 с; 3) 75 м; 9,8 м/с; 4) 0,4 с;
 5) $(H - h) / \sqrt{\frac{2h}{g}}$; 6) 240 м; 7) 14 м; 28,4 м/с; 8) 525 м; 9) $t_{\text{н}} : t_{\text{з}} = 2,5$;
 10) 72,2 м; 55,2 м/с; 11) 15 м; 35 м; 12) 800 м; 122 м/с; 48°; 13) 20 м/с;
 14) 6,5 с; 15) 3 км; 21 км; 49 с.

Т 10/9

- 1) 210 Вт; 2) 1,2 м/с; 3) 200 кДж; 4) 615 Вт; 5) 2,7 кДж; 6) 0,6 м/с;
 7) 100 кДж; 8) 547 кДж; 9) 112 кВт; 10) 187,5 кДж; 11) 376 кВт;
 12) 20 Дж; 13) 0,7 м/с; 14) 80 кДж; 16 кВт; 15) 36 кДж.

Т 10/10

1) 200 МДж; 2) 0,36 м/с; 3) 3,95 Дж; 4) 18 кН; 5) 10^7 кг;
6) 10 м/с; 7) 100 м; 8) 0,33 м/с; 9) -480 Дж; 11) 90 кВт;
12) 12,5 м/с; 13) 25 кН; 14) 136 кВт; 15) 50 Дж.

Т 10/11

1) 200 МДж; 2) 0,36 м/с; 3) 3,95 Дж; 4) 18 кН; 5) 10^7 кг;
6) 8,75 м; 7) 85%; 9) $-3,7$ Дж; 10) 30 Н; 11) 15° ; 12) 9,8 Дж; 13) 6,5 м;
14) 548 м/с; 15) 30 см.

Т 10/12

1) 6 кН; 9 кН; 2) 8 см; 9 см; 3) 460 Н; 340 Н; 4) 4 см; 9 см;
6) 1050 Н; 350 Н; 7) 7 см; 8) 150 Н; 350 Н; 9) 17,5 Н; 47,5 Н;
10) 25 см от правого конца; 11) 59 Н; 41 Н; 12) 3 см; 2 см; 13) 50 см
от левого конца; 14) 4 кН; 15) 5 кН; 4 кН.

Т 10/13

1) 62 Н; 47,7 Н; 2) 40 Н; 3) 2 Н; 1 Н; 4) 3,5 кН; 1,5 кН; 5) 0,2 кг;
6) 27 см; 7) 125 Н; 75 Н; 8) 33 Н; 9) 31 кН; 11) 5,3 кН; 4,3 кН;
12) 13,9 кН; 13) 14,4 Н; 2,9 кг; 15) 2 кН; 1,6 кН.

Т 10/14

1) 62 Н; 47,7 Н; 2) 40 Н; 3) 2 Н; 1 Н; 4) 3,5 кН; 1,5 кН; 5) 0,2 кг;
6) 27 см; 7) 1060 Н; 940 Н; 8) 10 Н; 28,5 Н; 9) 25 Н; 10) 1; 11) 5,45 кН;
4,35 кН; 12) $\mu \geq 0,5 \operatorname{tg} \alpha$; 13) 600 кг/м^3 ; 14) 21,3 Н; 15,4 Н.

Д 10/3

1) -33°C ; 2) 3,6 кг; 3) 2,27 л; 4) 21°C ; 5) 0,47 атм; 6) 2,65 Н;
7) $43 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$; 8) 9,6 атм; 10) $3,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; 11) 50 атм.

Д 10/4

1) -48°C ; 32,8 г; 2) $6,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; 3) ≈ 2 кг; 4) 750 мм рт. ст.;
147 мм; 5) ≈ 10 м; 6) 1300 мм рт. ст.; 7) $8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; 8) 8,7 м;
10) 3,7 атм; 11) 3 атм.

Т 10/15

- 1) 2,2 кг; 2) 1,9 м³; 3) 0,2 кг; 4) 6 °С; 6) 1,6 · 10²⁷; 7) 26 л;
8) 56 · 10⁻³ $\frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$; 9) 17 °С; 12) 0,081 $\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$; 13) 8,2 кг.

Т 10/16

- 1) 28 г; 2) 20 м; 3) 57 г; 4) 3 · 10²⁴; 6) 400 Н; 7) 10 м; 3,3 м;
8) 2 $\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$; 9) 71 см рт. ст.; 11) ув. в 1,5 раза; 12) 105 мм; 90 мм;
14) 1,43 атм.

Д 10/5

- 1) 0,4 кг; 2) ≈ 150 г; 3) 123 кг; 4) 0,01 °С; 5) 0,67 кг; 6) 24 °С;
7) 35 °С; 8) 36 °С.

Д 10/6

- 1) 670 °С; 2) 28 °С; 3) 76 г; 4) 15 °С; 5) 3,4 м/с; 6) 3,4 °С;
7) 6,2 °С; 8) 435 м/с.

Т 10/17

- 1) 3,2 кг; 2) 1,7 °С; 3) 18,6 кДж; 4) 31%; 6) 2,7 · 10⁷ Дж/кг;
8) 60 г; 9) 9,8 кг; 10) 15 МДж; 11) 9349 Дж; 12) 32 °С; 13) 97,5 °С;
14) 0,7 МДж; 15) 5,75 км.

Т 10/18

- 1) 40°; 2) 324°; 3) 215 кг; 4) ≈ 400 км; 5) 40 кДж; 6) 7,8°;
7) 3,3 МДж; 6,1 МДж; 8) 35 г; 9) 2,3 МДж; 10) 7,1 кг; 11) 7,5 кДж;
12) 65 Вт; 13) 16 °С; 14) 1300 м/с; 15) 400°.

Т 10/19

- 1) 0,13 кг; 2) 316,5 км; 3) 750 г; 4) 426 м/с; 5) 21,5 л; 6) 24,6 кВт;
7) ≈ 110 Дж; 8) 720 г; 9) 0,4 моль; 10) 4 кг; 11) 7,5 кДж; 12) 1,4 кг;
14) 23,6 °С; 15) ≈ 12,5 кДж; ≈ 44 кДж; ≈ 32 кДж.

Д 10/7

1) 10^{-3} Н; $2,9 \cdot 10^{-4}$ Н; 2) $2 \cdot 10^{-5}$ Кл; 3) 4,8 см; 4) 0,074 Н; ≈ 30 см; 5) $2 \cdot 10^{-9}$ Кл; $4 \cdot 10^{-9}$ Кл; 6) $50 \cdot 10^{-9}$; $2,25 \cdot 10^{-3}$ Н; 7) $3 \cdot 10^5$ Кл; 3 см; 8) 5,3 см; 9) $1,8 \cdot 10^{-3}$ Н; 10) $8 \cdot 10^5$ Н/Кл; 11) 81; 12) $4 \cdot 10^4$ Н/Кл; $7,2 \cdot 10^{-5}$ Н; 13) $3,6 \cdot 10^{-7}$ Кл; 14) 10^{-8} Кл; 15) 4400 Н/Кл; 16) 250 Н/Кл; 17) 4 см; 18) 0,5 см; 19) 900 Н/Кл; 20) 2 см.

Д 10/8

1) $5 \cdot 10^{-6}$ Кл; 90 Н; 2) 2,9; 3) $1,1 \cdot 10^{-2}$ Н; 4) 2; 5) 4 см; 6) 0,45 г; 7) 7° ; 8) $2,8 \cdot 10^4$ Н/Кл; 9) $9,2 \cdot 10^5$ Н/Кл; 10) $1,7 \cdot 10^{-9}$ Кл; 11) ≈ 2000 ; 12) 190 В; 13) 160 пФ; $4,8 \cdot 10^{-8}$ Кл; $72 \cdot 10^{-7}$ Дж; 14) 7,5 пФ–500 пФ; 15) 5 мкФ; $1,1 \cdot 10^{-3}$ Кл; 16) $12 \cdot 10^{-7}$ Кл; 17) 5,5 мм; 18) $11 \cdot 10^6$ м/с; 19) $0,6 \cdot 10^{-18}$ Кл.

Г 10/20

1) $6,1 \cdot 10^4$ Н/Кл; 2) 7 см; 14 см; 3) $3 \cdot 10^7$ Н/Кл; 4) 10^{-8} кг; 5) 4 см; 8 см; 6) $9 \cdot 10^5$ Н/Кл; 7) $6 \cdot 10^4$ Н/Кл; 8) $7,5 \cdot 10^4$ В; 9) 10^6 Н/Кл; 10) $12,6 \cdot 10^4$ Н/Кл; 11) 15 В; 12) 75 кН/Кл; 13) $3,24 \cdot 10^7$ м/с; 14) $3,4 \cdot 10^4$ Н/Кл; 15) 10^{-11} кг; 16) 10^5 м/с; 17) 900 Н/Кл; 18) 10^{-15} Кл; 19) 2 см; 20) 280 Н/Кл.

Г 10/21

1) $4 \cdot 10^{-9}$ Кл; 2) 29 см; 21 см; 3) 720 Н/Кл; 36 В; 4) $4,9$ м/с²; 5) 2° ; 6) 597 В; 7) 1500 Н/Кл; 8) $1,7 \cdot 10^{-6}$ Кл; 9) $7,6 \cdot 10^{12}$; 10) 171 Н/Кл; 243 В; 11) 2,45 см; 12) 4350 В; 13) 46 кН/Кл; 0; 14) 0,25 с или 0,035 с; 15) –22,5 В; 16) $0,86 \cdot 10^{-13}$ Кл; 18) 3450 Н/Кл; 14,4 кВ; 19) $6 \cdot 10^{-2}$ Кл; 600 Дж; 20) $3,9 \cdot 10^{-9}$ Кл.

Г 10/22

1) 16,4 см; 2) $7,5 \cdot 10^{-7}$ м; 3) 0; 40,5 Н/Кл; 324 Н/Кл; 4) 1,72 г; 5) $2 \cdot 10^{-9}$ Н; $0,05$ м/с²; 6) $4,65 \cdot 10^6$ м/с; 7) 200 В; 8) 1527 кг/м³; 9) 30 см; 10) 0; $3\sqrt{3} \cdot kq / \epsilon a$; 11) 300 В; 12) $0,53 \cdot 10^9$ м/с²; $2 \cdot 10^4$ м/с;

13) 0; $1,43 \text{ kq/a}^2$; 15) $\epsilon_0 \rho / (\rho - \rho_0)$; 16) $12 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$; $18 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$;
17) $1,33 \cdot 10^7 \text{ м/с}$; 42° ; 18) 260 В или 100 В; 19) 0,1 В; 20) 1,6 С.

Д 10/9

2) 60 Ом; 20 В; 40 В; 60 В; 3) 120 Ом; 4) 4,8–8,8 Ом; 5) 30 В;
6) 7,5 м; 9 В; 7) 1,2 В; 8) 10 Ом; 7,5 Ом; 9) 3,6 Ом; 5 А; 2,5 А; 1,67 А;
0,83 А; 10) 5 А; 15 В; 11) 20 А; 132 В; 13) 2 Ом; 1,2 В; 14) 0,525 А;
5,5 В; 16) $\approx 12 \cdot 10^5 \text{ Дж}$; 3 А; 17) 0,86 кг; 18) 5 А; 3,5 А; 1,5 А.

Д 10/10

2) 0,5 А; 200 Ом; 3) 6 кОм; 4) 10 А; 5) 11 Ом; 10 А; 6) 16 Ом;
7) 0,33 А; 0,33 В; 8) 4,8 Ом; 3,2 Ом; 9) 20 Ом; 2,75 А; 5,5 А; 1,8 А;
11 В; 55 В; 16,5 В; 27,5 В; 10) 15 Ом; 60 В; 11) 2,8 А; 1,4 А; 0,84 В;
2,52 В; 3,36 В; 13) 0,5 А; 4 Ом; 31 м; 14) 3 Ом; 16) 180 Вт; 1,5 А;
1,44 кВт · ч; 17) 24 кВт; 18) 220 кН.

Т 10/23

1) 10 Ом; 2) 160 А; 11 В; 3) 0,013 В; 90 Кл; 4) 1,37 В; 7) 1 А;
0,5 А; 8) 10 А; 6 А; 4 А; 9) 10 Ом; 11) 10,6 мин; 12) 0,83 А; 100 Вт;
3,6 МДж; 13) 45 Ом; 14) 1,35 Вт; 0,675 Вт; 17) 63,5 км/ч; 18) 2 А;
3 А; 10 Ом; 19) 0,8 Вт; 3,2 Вт.

Т 10/24

1) 20 А; 2) 17 кВт; 77 А; 3) 24 Ом; 4 Ом; 4) 6 Ом; 2 А; 1 А;
0,5 А; 7) 760 А; 8) 4 А; 9) 22,6 Ом; 5,3 А; 11) 19,7 Вт; 24,6 Вт; 53 В;
66,5 В; 12) 8,2 кВт; 0,14 кВт · ч; 37 А; 13) 2 Ом; 1,5 А; 12 В;
14) 0,88 кг; 17) 0,72 А; 0,43 А; 18) 0,52 мм; 19) 2,36 мин.

Т 10/25

1) 10 Ом; 30 Ом; 2) 4,8 Ом; 3 кВ/м; 3) 57,3 Ом; 4) $l_1/l_2 \approx 1/8$;
6) 1,4 В; 0,2 Ом; 7) 95 А; 8) 0,5 Ом; 9) 0,285 м; 11) 194 кДж; 73%;
12) $R = 1,5 r$; 13) 1800 Дж; 3000 Дж; 700 Дж; 420 Дж; 14) $23,3^\circ$;
16) 22 В; 9,6 В; 6,4 В; 17) $R = 0,8 r$; 18) 2,2 ч; 19) 144 Вт.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК