

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА

# ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ВУЗ

*Методические указания*

(Десятое издание, исправленное и дополненное)

САМАРА 2000

Автор-составитель *Н.М. Рогачев*

**УДК 53(075)**

**Задачи по физике для поступающих в вуз:** Метод. указания. Самар. аэрокосм. ун -т; Авт.-сост. *Н.М.Рогачев* (10-е изд., испр. и доп.); Самара, 2000, 66 с.

Представлены задачи для самостоятельного решения по следующим разделам программы: «Механика», «Молекулярная физика», «Тепловые явления», «Основы электродинамики», «Колебания и волны», «Оптика», «Элементы теории относительности», «Квантовая физика»; приведены примеры решения задач с указанием характерных ошибок. Наиболее сложные задачи отмечены звездочкой.

Методические указания составлены в соответствии с программой вступительных экзаменов для поступающих в СГАУ. Предназначены для слушателей подготовительных курсов. Могут быть полезны поступающим в вузы и слушателям лицеев. Работа выполнена на кафедре физики.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Рецензент *Е.А.Изжуров*

## РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

В изучении курса физики решение задач имеет исключительно важное значение, так как способствует усвоению материала программы и позволяет приобрести навыки практического применения основных законов и формул. Умение решать задачи является одним из основных критериев оценки глубины изучения материала.

Данные методические указания составлены по вариантам задач, предлагаемых на вступительных экзаменах в Самарский аэрокосмический университет. Основная цель — оказать методическую помощь, обратить внимание на наиболее распространенные ошибки, а также ознакомить с различными типами конкурсных задач.

При решении многих физических задач в основном используется дедуктивный метод (общие физические законы применяются к конкретному частному случаю). Поэтому очень важно научиться проводить анализ задачи, т.е. разделять сложное физическое явление на ряд простых, к которым легче применить тот или иной физический закон. Результаты, полученные при выполнении анализа, требуется затем объединить, т.е. провести синтез. Анализ и синтез составляют основные этапы решения задачи.

Перед решением задач необходимо:

1. Изучить по учебнику теоретический материал соответствующего раздела курса, добиться наиболее полного понимания сущности рассматриваемых физических явлений, запомнить законы и основные формулы, знать единицы измерения величин, входящих в них.

2. Внимательно прочитать условие задачи. Сделать сокращенную запись данных и искомых величин, предварительно представив их в системе измерения СИ.

3. Провести качественный анализ содержания задачи. Для этого надо мысленно представить физическое явление, сформу-

лированное в условии, и четко уяснить цель задачи и требования, накладываемые на физические параметры условием задачи. Необходимо проанализировать все отношения, связывающие элементы задачи, выяснить характер этих отношений. Уяснив цель задачи, надо попытаться своими словами так перефразировать ее условие, чтобы оно освободилось от всего лишнего и несущественного для рассматриваемого явления. Для этого необходимо использовать такие абстракции, как материальная точка, абсолютно твердое тело, точечный заряд, луч света и т.д.

4. Выполнить схематический чертёж, на котором указать систему отсчета, а также величины и направления основных параметров рассматриваемого явления.

5. Провести количественный анализ задачи. Это наиболее сложный и ответственный этап решения, в ходе которого с помощью физических законов устанавливаются количественные связи между данными и искомыми величинами. Конечной целью количественного анализа является составление замкнутой системы уравнений, т.е. такой системы, в которой число уравнений равнялось бы числу неизвестных.

6. Найти решение полученной системы уравнений в виде алгоритма, отвечающего на вопрос задачи.

7. Проверить правильность полученного решения, используя правило размерностей. Размерности правой и левой частей уравнения должны совпадать. Хотя равенство размерностей не является достаточным подтверждением правильности решения задачи, рекомендуемый метод проверки весьма полезен.

8. Провести анализ полученного результата, т.е. найти условия, при которых данное решение имеет физический смысл и удовлетворяет требованиям задачи.

9. Подставить в полученную формулу численные значения физических величин и провести вычисление. Обратит внимание на точность числового ответа, которая не может быть больше точности исходных величин. Ответ должен сопровождаться наименованием физической величины.

10. В целях развития навыков и культуры решения задач необходимо просмотреть еще раз выполненное решение, проанализировать его с точки зрения рациональности, поискать другие способы решения. Лучше решить одну и ту же задачу несколькими способами, чем несколько задач одним и тем же способом.

В заключение следует отметить, что при решении задач возможны отступления от вышеизложенной схемы.

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С АНАЛИЗОМ ХАРАКТЕРНЫХ ОШИБОК

**Пример 1.** При равномерном движении навстречу друг другу двух велосипедистов расстояние между ними уменьшается на 100 м за каждые 5 с. При движении велосипедистов в одном направлении с прежними скоростями расстояние между ними увеличивается на 18 м за каждые 3 с движения. Определить скорость движения велосипедистов.

Дано:

$$\Delta S_1 = 100 \text{ м}$$

$$\Delta t_1 = 5 \text{ с}$$

$$\Delta S_2 = 18 \text{ м}$$

$$\Delta t_2 = 3 \text{ с}$$

---


$$V_1 = ? V_2 = ?$$

По условию задачи движение велосипедистов является равномерным. Условимся его считать и прямолинейным. Будем рассматривать движение велосипедистов как движение двух материальных точек. Пусть ось  $x$  совпадает с направлением движения первого велосипедиста, а начало координат — с точкой, в которой он находится в момент времени  $t=0$ . Сделаем схематический рисунок для случая сближения велосипедистов (рис.1).

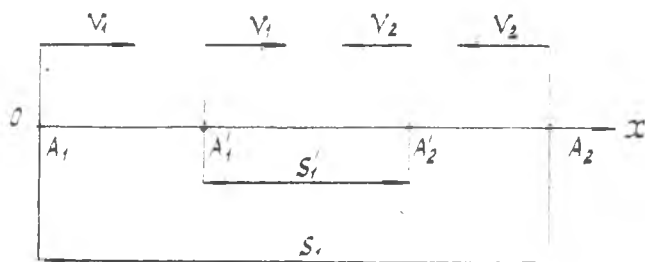


Рис.1

Обозначим через  $A_1$  и  $A_2$  положения велосипедистов в начальный момент времени, а через  $A_1'$  и  $A_2'$  — положения их по истечении промежутка времени  $\Delta t_1$ ;  $S_1$  и  $S_1'$  — расстояние между велосипедистами в начальный момент времени и по истечении промежутка времени  $\Delta t_1$ . Величина сокращения расстояния между велосипедистами  $\Delta S_1 = S_1 - S_1'$  определяется суммарным пробегом обоих велосипедистов, т.е.

$$\Delta S_1 = V_1 \Delta t_1 + V_2 \Delta t_1 = (V_1 + V_2) \Delta t_1. \quad (1)$$

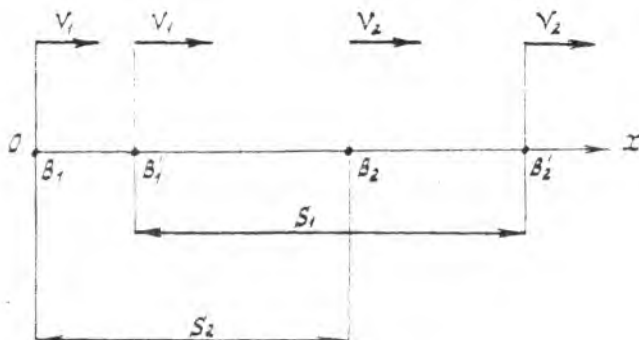


Рис. 2

Повторяем аналогичные рассуждения для случая, когда велосипедисты движутся в одном направлении, и делаем схематический чертёж (рис.2).

Расстояние  $S_2$  обозначает положение велосипедистов в начальный момент времени, а  $S_2'$  — по истечении промежутка времени  $\Delta t_2$ . Увеличение расстояния  $\Delta S_2 = S_2' - S_2$  определяется их разностной скоростью, т.е.

$$\Delta S_2 = (V_2 - V_1) \Delta t_2. \quad (2)$$

В результате анализа получаем систему уравнений (1) и (2) с двумя неизвестными:

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_1 &= (V_1 + V_2) \Delta t_1, \\ \Delta S_2 &= (V_2 - V_1) \Delta t_2. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (3) относительно неизвестных  $V_1$  и  $V_2$  и подставляя численные значения, получим ответ на вопрос задачи:

$$V_1 = \frac{\frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} - \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2}}{2}, \quad V_1 = \frac{\frac{100}{5} - \frac{18}{3}}{2} = 7 \text{ м/с};$$

$$V_2 = \frac{\frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} + \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2}}{3}, \quad V_2 = 13 \text{ м/с}.$$

Рассмотрим еще один способ решения данной задачи.

Переведем исходные данные в одну систему отсчета, связанную, например, с первым велосипедистом. В этой системе отсчета первый велосипедист считается неподвижным, а скорость второго равна их относительной скорости  $U$ , т.е.

$$U_1 = V_1 + V_2 \quad (4)$$

для случая сближения и

$$U_2 = V_2 - V_1 \quad (5)$$

для случая движения в одном направлении.

Здесь  $V_1$  и  $V_2$  — скорости велосипедистов относительно неподвижной системы отсчета. Движение второго велосипедиста в подвижной системе отсчета происходит равномерно со скоростью  $U_1$  или  $U_2$ , поэтому расстояние  $\Delta S_1$  и  $\Delta S_2$  он преодолевает соответственно за время  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$  по закону равномерного движения:

$$\Delta S_1 = U_1 \Delta t_1, \quad (6)$$

$$\Delta S_2 = U_2 \Delta t_2. \quad (7)$$

Решая уравнения (6) и (7) совместно с уравнениями (4) и (5), получим систему уравнений, тождественную системе (3) первого способа решения:

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_1 &= (V_1 + V_2) \Delta t_1, \\ \Delta S_2 &= (V_2 - V_1) \Delta t_2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Система уравнений (8) является полной, поэтому решая ее относительно  $V_1$  и  $V_2$  и подставляя численные значения, получаем такой же ответ, что и в первом варианте решения:

$$V_1 = 7 \text{ м/с} \text{ и } V_2 = 13 \text{ м/с}.$$

При решении этой задачи нередко возникают трудности, связанные с тем, что:

задача решается без построения чертежа или чертеж не соответствует условию задачи.

**Пример 2.** Тело массой 100 кг перемещают равномерно по горизонтальной плоскости, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить коэффициент трения, если величина прилагаемой силы равна 290 Н.

Дано:  
 $m = 100 \text{ кг}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $F = 290 \text{ Н}$   
 $k = ?$

Для решения задачи необходимо построить чертеж (рис. 3), на котором следует указать все силы, действующие на тело, и дать направление координатных осей  $x$  и  $y$ . Согласно условию задачи на тело действуют следующие силы:  $m\vec{g}$  — сила тяжести тела,  $\vec{F}$  — сила тяги,  $\vec{N}$  — сила нормальной реакции плоскости. При движении тела возникает

сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ , направленная в сторону, противоположную движению. Итак, на тело действуют силы  $m\vec{g}$ ,  $\vec{F}$ ,  $\vec{N}$  и  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Так как эти силы действуют не по одной прямой, то выберем два взаимно перпендикулярных направления  $x$  и  $y$  (оси координат), лежащие в плоскости действия сил. Ось  $x$  совместим с повер-

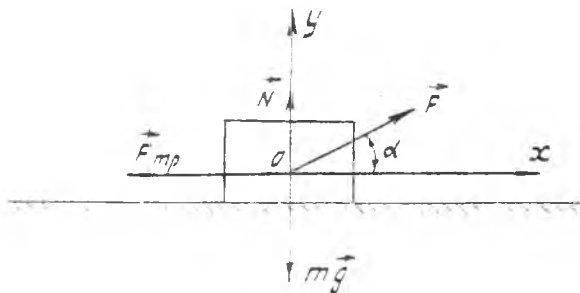


Рис. 3

хностью Земли, полагая, что движение происходит по ее поверхности. Тогда силы  $m\vec{g}$  и  $\vec{N}$  будут направлены перпендикулярно оси  $x$ . Сила  $\vec{F}$  определяет направление движения тела. Пусть сила  $\vec{F}$  направлена в сторону оси  $x$ , образуя с ней угол  $\alpha$ . Тогда сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  будет направлена в сторону, противоположную оси  $x$ . Она действует между движущимся телом и плоскостью. Считая размеры тела несущественными для решения задачи,



будем рассматривать данное тело как материальную точку. Тогда все силы приложим к одной точке, которую совместим с началом осей координат.

Выбирая направление координатных осей, следует стремиться к тому, чтобы проекции некоторых сил на координатные оси оказались равными нулю. Это существенно упрощает решение задачи.

По условию задачи тело движется равномерно. Но мы установили, что на тело действует несколько сил. Согласно первому закону Ньютона тело может двигаться равномерно, если равнодействующая всех сил, приложенных к нему, равна нулю:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} = 0. \quad (1)$$

Найдем проекции сил на координатные оси, т.е. запишем уравнение (1) в скалярной форме:

$$F \cos \alpha = F_{\text{тр}}; \quad (2)$$

$$N + F \sin \alpha = mg. \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим, что

$$N = mg - F \sin \alpha. \quad (4)$$

Коэффициент силы трения  $k$  по определению есть отношение силы трения к силе нормального давления т.е.

$$k = F_{\text{тр}} / N. \quad (5)$$

Подставив в уравнение (5) значение  $F_{\text{тр}}$  и  $N$  из уравнений (2) и (4), получим алгоритм для коэффициента трения:

$$k = \frac{F \cos \alpha}{mg - F \sin \alpha}, k = \frac{290 \cos 30^\circ}{100 \cdot 9,8 - 290 \sin 30^\circ} = 0,3.$$

При решении данной задачи допускаются различные ошибки: на чертеже указывают не все силы, действующие на тело; не задают систему отсчета; неверно применяют законы Ньютона.

При определении силы  $\vec{N}$  не учитывают вертикальную составляющую силы тяги, уменьшающую реакцию опоры; не умеют переходить от векторной формы записи уравнений к уравнениям в скалярной форме; не знают определения коэффициента трения.

**Пример 3.** На невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок *A* (рис. 4, а), подвешен груз массой 1 кг. К подвижному блоку *B* прикреплен груз массой 3 кг. Определить ускорения грузов и силу натяжения нити. Блоки считать невесомыми.

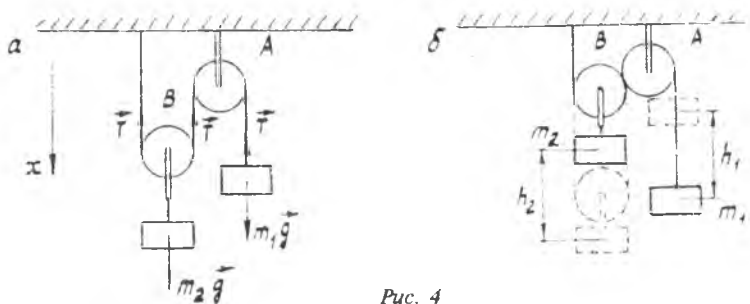


Рис. 4

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг}$$

$$a_1 - ?$$

$$a_2 - ?$$

$$T - ?$$

В качестве системы отсчета возьмем Землю, относительно которой грузы движутся прямолинейно по вертикали. За положительное направление выберем направление оси *x* (вниз).

Анализируя характер движения, видим, что при поднятии первого груза второй опускается. При этом длина нити остается постоянной.

На груз массой  $m_1$  действует сила тяжести равная  $m_1g$  и сила натяжения нити  $T$ . Согласно второму закону Ньютона результирующая этих сил  $m_1g - T$  сообщает массе груза  $m_1$  ускорение  $a_1$ :

$$m_1g - T = m_1a_1. \quad (1)$$

На второй груз кроме силы тяжести  $m_2g$  действуют силы натяжения двух частей нити, удерживающих блок *B*. По условию задачи нить и блоки невесомы, поэтому натяжение нити во всех точках одинаково. Для второго груза уравнение 2-го закона Ньютона примет вид

$$m_2g - 2T = m_2a_2. \quad (2)$$

Получим систему из двух уравнений, но в них три неизвестных:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $T$ . Система неполная. Нужно еще одно уравнение. Недостающее уравнение находится из следующих соображений. Во время движения длина нити не изменяется. Допустим, что груз массой  $m_1$  опустился вниз на высоту  $h_1$  (рис. 4,б). Тогда длина нити, на которой висит блок  $B$ , укоротится на такую же величину, что вызовет перемещение блока  $B$  и груза  $m_2$  на расстояние

$$h_2 = -h_1 / 2. \quad (3)$$

Знак минус поставлен из-за того, что грузы движутся в разные стороны. Отметим, что соотношение (3) справедливо для любых моментов времени. Следовательно, такое соотношение должно выполняться для скоростей и ускорений, т.е.

$$a_1 = -2a_2. \quad (4)$$

Выражение (4) является недостающим уравнением для решения задачи. Решая систему уравнений (1), (2), (4), получим:

$$a_1 = 2 \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} g, \quad a_2 = - \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} g;$$

$$T = \frac{3m_1 m_2}{4m_1 + m_2} g.$$

Подставляя численные значения, имеем

$$a_1 \approx -2,8 \text{ м / с}^2, \quad a_2 \approx 1,4 \text{ м / с}^2, \quad T = 13 \text{ Н}.$$

Обратим внимание, что ускорения  $a_1$  и  $a_2$  обращаются в нуль, если  $m_2 = 2m_1$ . В этом случае система находится в равновесии, а сила натяжения нити  $T = m_1 g$ .

Если  $m_2 < 2m_1$ , то  $a_1 > 0$  и  $a_2 < 0$ ; первый груз будет опускаться, а второй — подниматься.

В рассматриваемом примере  $m_2 > 2m_1$ , тогда  $a_1 < 0$  и  $a_2 > 0$ ; первый груз будет подниматься, а второй — опускаться.

При решении данной задачи учащиеся часто делают ошибки в определении величины силы натяжения нити, действующей на второй груз. Также большие затруднения вызывает составление уравнения (4).

**Пример 4.** До какой высоты надо налить воды в цилиндрический сосуд радиусом 5 см, чтобы силы давления воды на дно и на боковую поверхность сосуда были равны между собой?

Дано: Из определения давления можно найти силу

$R = 5 \cdot 10^{-2}$  м давления  $F = PS$ , где  $P$  — давление,  $S$  — площадь. Так как давление жидкости на дно сосуда

$h = ?$   $P_{\text{д}} = \rho gh$ , а площадь дна цилиндра  $S_{\text{д}} = \pi R^2$ , то силу давления на дно цилиндра можно рассчиты-

тать по формуле

$$F_{\text{д}} = \rho g h \pi R^2, \quad (1)$$

где  $\rho$  — плотность жидкости,  $g$  — ускорение свободного падения,  $h$  — высота столба жидкости. Аналогично сила давления на боковую поверхность сосуда равна

$$F_{\text{б}} = \langle P \rangle S_{\text{б}},$$

где  $\langle P \rangle$  — среднее давление воды на боковую поверхность сосуда,  $S_{\text{б}}$  — площадь боковой поверхности сосуда. Так как давление на боковую поверхность изменяется от нуля до  $P_{\text{д}} = \rho gh$  по линейному закону, то  $\langle P \rangle = P_{\text{д}}/2$ . Площадь боковой поверхности  $S_{\text{б}} = 2\pi Rh$ .

$$\text{Тогда } F_{\text{б}} = \rho g R h^2. \quad (2)$$

По условию задачи  $F_{\text{д}} = F_{\text{б}}$  или, используя уравнения (1) и (2), получим  $\rho g h \pi R^2 = \rho g \pi R h^2$ , откуда  $h = R = 5 \cdot 10^{-2}$  м.

При решении данной задачи часто неверно определяется давление жидкости на боковую поверхность сосуда, что приводит к ошибке в уравнении (2).

**Пример 5.** Для приготовления ванны смешали 300 л воды при температуре  $10^\circ\text{C}$  и 140 л воды при температуре  $92^\circ\text{C}$ . Определить температуру полученной смеси.

Дано:

$$V_1 = 0,3 \text{ м}^3$$

$$t_1 = 10^\circ \text{ С}$$

$$V_2 = 0,14 \text{ м}^3$$

$$t_2 = 92^\circ \text{ С}$$

$\Theta$  — ?

Допустим, что полная внутренняя энергия системы остается неизменной, а имеет место только ее перераспределение между отдельными частями. Уравнение, описывающее процесс теплового взаимодействия между телами, называется уравнением энергетического (теплового) баланса. В данном случае согласно этому уравнению величина энергии, отдаваемая более нагретым телом, должна быть равна величине энергии, получаемой менее нагретым телом. В рассматриваемой системе холодная вода нагревается, а горячая остывает. При нагревании холодной воды внутренняя энергия ее молекул увеличивается на величину

$$\Delta U_1 = cm_1(\Theta - t_1). \quad (1)$$

При охлаждении воды внутренняя энергия ее молекул уменьшается на величину:

$$\Delta U_2 = cm_2(t_2 - \Theta), \quad (2)$$

где  $c$  — удельная теплосмкость воды,  $m_1$  и  $m_2$  — массы смешиваемой воды.

Составим уравнение энергетического баланса, приравняв правые части уравнений (1) и (2):

$$cm_1(\Theta - t_1) = cm_2(t_2 - \Theta). \quad (3)$$

Учитывая, что  $m = \rho V$ , где  $\rho$  — плотность воды, из уравнения (3) получим

$$c\rho V_1(\Theta - t_1) = c\rho V_2(t_2 - \Theta). \quad (4)$$

Решая уравнение (4) относительно  $\Theta$ , найдем температуру смеси:

$$\Theta = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2}; \quad \Theta \approx 36^\circ \text{ С}.$$

При решении задач данного типа часто учащиеся затрудняются составить уравнение энергетического баланса.

**П р и м е р 6.** Электрическое поле в вакууме образовано точечными зарядами  $q_1 = 30$  нКл и  $q_2 = -10$  нКл, расстояние между которыми  $r = 5$  см. Определить напряженность электри-

ческого поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 3$  см от первого и на расстоянии  $r_2 = 4$  см от второго заряда.

Дано:

$$q_1 = 30 \text{ нКл}$$

$$q_2 = -10 \text{ нКл}$$

$$r = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r_1 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r_2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$E = ?$

Согласно принципу суперпозиции полей каждый заряд создает поле независимо от присутствия других зарядов. В связи с этим напряженность поля в искомой точке можно определить как векторную сумму напряженностей, создаваемых зарядами  $q_1$  и  $q_2$ :

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2, \quad (1)$$

где  $|\vec{E}_1| = \frac{q_1}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_1^2}$ ,  $|\vec{E}_2| = \frac{q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_2^2}$  — напряженности электрического поля, создаваемые в данной точке первым и вторым зарядами соответственно.

Сделаем чертеж (рис. 5). По заданным величинам  $r$ ,  $r_1$  и  $r_2$  нарисуем треугольник  $ABC$ . В точках  $A$  и  $C$  расположим электрические заряды  $q_1$  и  $q_2$ . Напряженность поля будем определять в точке  $B$ .

Вектор  $\vec{E}_1$  в нашем случае направлен от заряда  $q_1$ , так как данный заряд положителен. Заряд  $q_2$  имеет отрицательный знак, поэтому вектор  $\vec{E}_2$  направлен к заряду  $q_2$ . Искомый вектор  $\vec{E}$  является диагональю параллелограмма, сторонами которого служат векторы  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$ .

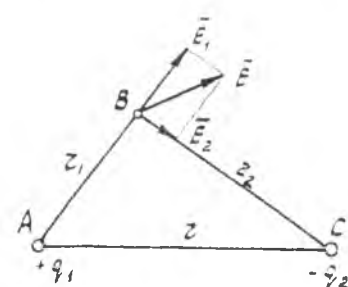


Рис. 5

Применив теорему Пифагора к треугольнику  $ABC$ , убеждаемся, что заданный треугольник — прямоугольный:  $AB^2 + BC^2 = AC^2$  или  $r_1^2 + r_2^2 = r^2$ , т.е.  $9 + 16 = 25$ .

Значит,  $\angle ABC = 90^\circ$ . Из чертежа видно, что  $\angle BE_1E$  тоже равен  $90^\circ$ , так как сторона  $E_1E$  параллельна  $BC$ , а сторона  $BE_1$  является продолжением  $AB$ . Из прямоугольного треугольника  $BE_1E$  найдем гипотенузу  $BE$ , т.е. модуль вектора  $\vec{E}$ :

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\left(\frac{q_1}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_1^2}\right)^2 + \left(\frac{q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_2^2}\right)^2},$$

$$E = \sqrt{\left(\frac{30 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 9 \cdot 10^{-4}}\right)^2 + \left(\frac{10 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 16 \cdot 10^{-4}}\right)^2} \approx$$

$$\approx 3 \cdot 10^5 \text{ В/м.}$$

При решении задач данного типа допускаются следующие ошибки:

не учитывается, что напряженность электрического поля — величина векторная;

при построении чертежа неверно выбираются направления векторов  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$ .

**Пример 7.** На сколько равных частей надо разрезать проводник сопротивлением 100 Ом, чтобы при параллельном соединении этих частей получить сопротивление 1 Ом?

Дано:

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$n = ?$$

Допустим, что проводник разрезан на  $n$  частей. Целый проводник можно представить состоящим из соединенных последовательно  $n$  частей. При этом его сопротивление равно  $R$ , т.е.

$$R = nr_1, \quad (1)$$

где  $r_1$  — сопротивление одной части.

При параллельном соединении этих частей общее сопротивление цепи определяется выражением

$$1/r = n/r_1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1) и (2) относительно  $n$ , получим

$$n = \sqrt{R/r}. \quad (3)$$

Подставим в полученное выражение (3) численные значения из условия задачи:

$$n = \sqrt{\frac{100}{1}} = 10.$$

При решении данной задачи затруднения возникают при составлении уравнений (1) и (2). Часто сопротивление при параллельном соединении  $r$  принимается за сопротивление отдельной части  $r_1$ .

Пример 8. Стержень длиной 1 м вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью  $\omega = 30 \text{ с}^{-1}$ . Ось вращения стержня параллельна магнитным силовым линиям поля и проходит через его конец. Определить ЭДС индукции, возникающую на концах стержня, если индукция магнитного поля  $B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ .

Дано:

$$l = 1 \text{ м}$$

$$\omega = 30 \text{ с}^{-1}$$

$$B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$$

$$\mathcal{E} = ?$$

По закону Фарадея величина ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (1)$$

При вращении стержень пересекает магнитные силовые линии, при этом площадь, описываемая стержнем, увеличивается, магнитный поток  $\Phi$  возрастает, т.е. имеется изменение магнитного потока в единицу времени.

Согласно уравнению (1) на концах стержня должна возникать ЭДС индукции.

При каждом обороте стержень пересекает магнитный поток

$$\Phi = BS = B\pi l^2. \quad (2)$$

Делая  $n$  оборотов в секунду, стержень пересекает поток в  $n$  раз больше. Поскольку при этом изменение потока происходит за единицу времени, то величину ЭДС, согласно уравнениям (1) и (2), можно определить:

$$\mathcal{E} = -B\pi l^2 n. \quad (3)$$

Так как  $\omega = 2\pi n$ , то

$$n = \omega / 2\pi. \quad (4)$$

Подставив в уравнение (3) выражение (4), окончательно получим

$$\mathcal{E} = -B\pi l^2 \frac{\omega}{2\pi} = -\frac{Bl^2\omega}{2}.$$

Подсчитаем значение ЭДС:

$$\mathcal{E} = -\frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 30 \text{ с}^{-1}}{2} = -0,3 \text{ В}.$$

Знак “—” определяет направление ЭДС индукции.

Наибольшие трудности при решении данной задачи возникают при составлении уравнения (3).



**Пример 9.** Найти количество электроэнергии, потребной для никелирования детали площадью  $150\text{ м}^2$ , если слой никеля наносится толщиной  $0,01\text{ мм}$ . Напряжение на зажимах электролитической ванны  $4\text{ В}$ .

Дано:

$$h = 0,01 \cdot 10^{-3}\text{ м}$$

$$S = 150\text{ м}^2$$

$$U = 4\text{ В}$$

$$\rho = 8,8 \cdot 10^3\text{ кг / м}^3$$

$$A = 59 \cdot 10^{-3}\text{ кг / моль}$$

$$n = 2$$

---


$$W = ?$$

По закону Фарадея для электролиза

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{n} q, \quad (1)$$

где  $F = 9,65 \cdot 10^4\text{ Кл/моль}$  — число Фарадея;  $A$  — атомный вес никеля;  $n$  — валентность никеля;  $q$  — количество электричества, прошедшее через электролит,  $m$  — масса никеля.

При этом совершается работа, равная затраченной энергии:

$$W = qU. \quad (2)$$

С другой стороны, массу выделившегося никеля можно найти следующим образом:

$$m = \rho Sh. \quad (3)$$

Приравняв уравнения (1) и (3), найдем  $q$  и, подставив его значение в выражение (2), получим

$$W = \frac{FhSpnU}{A}.$$

Выполним расчеты

$$W = \frac{9,65 \cdot 10^4\text{ Кл/моль} \cdot 0,01 \cdot 10^{-3}\text{ м} \cdot 150\text{ м}^2 \cdot 8,8 \cdot 10^3\text{ кг / м}^3 / 2 \cdot 4\text{ В}}{59 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}} =$$

$$= 1,7 \cdot 10^8\text{ Дж}.$$

Большое число заданных величин необходимо определять по таблицам, что и составляет наибольшую трудность при решении задачи.

**Пример 10.** Маленький шарик подвешен на нити длиной  $0,5\text{ м}$  к потолку трамвайного вагона. При какой скорости вагона отклонения шарика будут максимальными, если длина рельса  $12,5\text{ м}$ ?

Дано:  
 $l = 0,5 \text{ м}$   
 $S = 12,5 \text{ м}$

$v = ?$

Шарик, подвешенный к потолку вагона, при его движении совершает вынужденные колебания с частотой  $\nu$ , равной частоте ударов колес вагона о стыки рельсов. Эта частота

$$\nu = \nu/S, \quad (1)$$

где  $\nu$  — скорость движения вагона,  $S$  —

длина рельса.

По условию задачи шарик маленький, т.е. его можно принять за математический маятник, период колебаний которого

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Зная период, можно найти частоту собственных колебаний маятника

$$\nu_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}. \quad (2)$$

Отклонения шарика будут максимальными в случае резонанса, условием которого является совпадение частот собственных и вынужденных колебаний, т.е.

$$\nu = \nu_0. \quad (3)$$

Подставляя в уравнение (3) выражения (1) и (2), получим

$$\frac{\nu}{S} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}, \text{ откуда } \nu = \frac{S}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}};$$

$$\nu = \frac{12,5}{2 \cdot 3,14}\sqrt{\frac{9,8}{0,5}} \approx 9 \text{ м/с.}$$

Наибольшие затруднения при решении данной задачи возникают при определении частоты вынужденных колебаний шарика.

**П р и м е р 11.** Объектив состоит из собирающей линзы с оптической силой 2,5 дптр и рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 0,5 м. Линзы сложены вплотную так, что их оптические оси совпадают. Предмет помещен на расстоянии 40 см от объектива. Найти расстояние от предмета до изображения.

Дано:

$$D_1 = 2,5 \text{ дптр}$$

$$d = 0,4 \text{ м}$$

$$F_2 = 0,5 \text{ м}$$

$$b = ?$$

Оптическая сила объектива  $D$ , состоящего из двух тонких линз, сложенных вплотную, равна алгебраической сумме оптических сил линз, составляющих объектив:

$$D = D_1 - D_2 = D_1 - \frac{1}{F_2},$$

где  $D_2$  — оптическая сила рассеивающей линзы.

Определим фокусное расстояние объектива:

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{D_1 - \frac{1}{F_2}}, \quad F = \frac{1}{2,5 - \frac{1}{0,5}} = 2 \text{ м.}$$

Так как предмет находится между фокусом и объективом (поскольку  $D < F$ ), то изображение предмета — мнимое, увеличенное, прямое (рис. 6). Применяя формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

найдем расстояние от изображения до объектива

$$f = \frac{Fd}{F - d}.$$

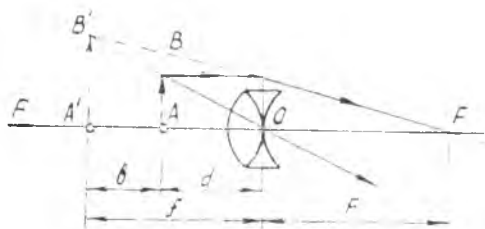


Рис. 6

Искомое расстояние

$$b = f - d = \frac{Fd}{F - d} - d = \frac{d^2}{F - d};$$

$$b = \frac{0,4^2}{2 - 0,4} = 0,1 \text{ м.}$$

Наибольшее число ошибок при решении задач по оптике связано с построением изображений в линзах и оптических приборах.

**Пример 12.** Выйдет ли луч белого света из стекла в воздух, если показатели преломления стекла для красной и фиолетовой частей спектра равны соответственно  $n_k = 1,51$  и  $n_\phi = 1,53$ ? Угол падения луча на границу раздела сред равен  $41^\circ$ .

Дано:

$$n_k = 1,51$$

$$n_\phi = 1,53$$

$$i = 41^\circ$$

---


$$i'_k = ? \quad i'_\phi = ?$$

Луч белого света распространяется из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную, так как показатель преломления стекла больше показателя преломления воздуха. При этом угол преломления луча будет больше угла падения. С увеличением угла падения угол преломления, увеличиваясь, может достигать значения  $90^\circ$ . Такой угол падения, при котором угол преломления равен  $90^\circ$ , называется предельным углом  $i'_1$

полного внутреннего отражения. При этом преломленный луч скользит вдоль границы раздела сред. Если увеличивать и дальше угол падения луча, то свет во вторую среду не проникает, а полностью отражается от границы раздела сред. Таким образом, луч света перейдет из стекла в воздух, если не наступит полное внутреннее отражение, т.е. если угол падения луча  $i$  будет меньше предельного угла  $i'$ . Найдем значения предельных углов для крайних лучей белого света, т.е. для красного и фиолетового:

$$i'_k = \arcsin \frac{1}{n_k} = \arcsin \frac{1}{1,51} = 41,47^\circ;$$

$$i'_\phi = \arcsin \frac{1}{n_\phi} = \arcsin \frac{1}{1,53} = 40,81^\circ.$$

Красные лучи выходят из стекла в воздух, так как  $i < i'_k$ ; фиолетовые лучи испытывают полное внутреннее отражение, поскольку  $i > i'_\phi$ .

Таким образом, из стекла в воздух выйдет свет, но не белый, т.к. часть спектра белого света испытывает полное внутреннее отражение.

**Пример 13.** На дифракционную решетку нормально падает свет с длиной волны  $0,424$  мкм. Период дифракционной решетки  $2$  мкм. Чему равен наибольший порядок спектра, который можно наблюдать с помощью этой дифракционной решетки?

Дано:

$$\lambda = 0,424 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$k_{\text{макс}} - ?$$

При решении задачи воспользуемся формулой дифракционной решетки

$$d \sin \varphi = k \lambda, \quad (1)$$

где  $\varphi$  — угол отклонения луча,  $k = 1, 2, 3, \dots$

— порядок дифракционного спектра.

Из уравнения (1) для  $k$  имеем

$$k = d \frac{\sin \varphi}{\lambda}. \quad (2)$$

При заданных значениях  $d$  и  $\lambda$  порядок спектра  $k$  будет определяться величиной  $\sin \varphi$ , и иметь максимальное значение, когда  $\sin \varphi = 1$ , т.е.,  $k_{\text{макс}} = d / \lambda$ ,

$$k_{\text{макс}} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,424 \cdot 10^{-6}} = 4,7.$$

О т в е т:  $k_{\text{макс}} = 4$ . Поскольку  $k$  — целое число, то при округлении полученного результата часто допускается ошибка.

Действительно, при  $k_{\text{макс}} = 5$   $\sin \varphi > 1$ , что невозможно.

П р и м е р 14. Найти кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью  $v = 0,9 c$  (где  $c$  — скорость света в вакууме).

Дано:

$$v = 0,9 c$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$W_{\text{к}} - ?$$

Кинетическая энергия частицы определяется как разность полной энергии  $W$  и энергии покоя  $W_0$  этой частицы, т.е.

$$W_{\text{к}} = W - W_0. \quad (1)$$

По закону взаимосвязи массы и энергии

$$W = m c^2 \text{ и } W_0 = m_0 c^2, \quad (2)$$

где  $m_0$  — масса покоя частицы.

Учитывая зависимость массы  $m$  от скорости

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad (3)$$

подставим уравнения (2) и (3) в (1) и получим:

$$W_{\text{к}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - 1 \right).$$

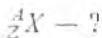
Сделав вычисления, найдем

$$W_0 = 1,06 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

Часто допускаются ошибки при составлении уравнений (1) и (2).

**Пример 15.** Написать ядерную реакцию и определить неизвестный элемент, образующийся при бомбардировке ядер изотопа алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$   $\alpha$ -частицами, если известно, что при этом вылетает нейтрон.

Дано:



Запишем ядерную реакцию:



По закону сохранения массовых чисел и зарядов можно записать

$$27 + 4 = A + 1,$$

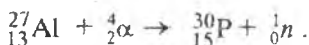
$$13 + 2 = Z + 0,$$

откуда  $A = 30$ ,  $Z = 15$ , т.е.  ${}_{15}^{30}\text{X}$ .

По таблице элементов Менделеева найдем, что неизвестный элемент — это изо-

топ фосфора  ${}_{15}^{30}\text{P}$ .

Итак, ядерная реакция запишется



## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ<sup>1</sup>

### МЕХАНИКА

#### Кинематика

**№1.** Два велосипедиста, находясь на расстоянии 160 м, одновременно выехали навстречу друг другу со скоростью 3 и 5 м/с. Через сколько времени они встретятся? Каково перемещение каждого велосипедиста?

**О т в е т:** 20 с; 60 м, 100 м.

<sup>1</sup> Большинство задач заимствовано из следующих источников: Знаменский П.А. и др. Сборник вопросов и задач по физике. М.—Л.: Учпедгиз, 1952; Демкович В.П., Демкович Л.П. Сборник задач по физике.: М.: Просвещение, 1974; Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. Сборник задач по физике. М.: Просвещение, 1980; Мясикин С.П., Осанова Т.Н. Пособие по физике. М.: Высшая школа, 1981; Белдриков Г.А. и др. Задачи по физике для поступающих в вузы. М.: Наука, 1985.

№ 2. Автомобиль, двигаясь из пункта  $A$  в пункт  $B$ , первую половину пути проехал со скоростью  $20$  км/ч, а вторую — со скоростью  $16$  м/с. Определите среднюю скорость автомобиля при его движении из пункта  $A$  в пункт  $B$ .

О т в е т:  $8,25$  м/с.

№ 3. В безветренную погоду на вагонном стекле равномерно движущегося поезда остаются следы от капель дождя в виде полосок, направленных под углом  $60^\circ$  к вертикали. Определить скорость капель дождя относительно Земли, если поезд движется со скоростью  $36$  км/ч.

О т в е т:  $5,8$  м/с.

№ 4. Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями  $72$  и  $54$  км/ч. Пассажир первого поезда замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение  $10$  с. Определить длину второго поезда.

О т в е т:  $350$  м.

№ 5\*. Расстояние между двумя пунктами на реке катер проходит по течению за  $6$  ч, против течения за  $9$  ч. За какое время катер прошел бы это расстояние в стоячей воде?

О т в е т:  $7,2$  ч.

№ 6. Расстояние между пунктами  $A$  и  $B$  равно  $108$  км. Из пункта  $A$  и  $B$  начали одновременно двигаться навстречу друг другу два автомобиля: первый со скоростью  $36$  км/ч, второй со скоростью  $18$  км/ч. Построить графики движений и по ним определить время встречи автомобилей и расстояние от места их встречи до пункта  $A$ .

О т в е т:  $2$  ч;  $72$  км.

№ 7. Уравнение движения тела задано функцией  $S = 15t - t^2$ . Определить скорость тела в момент времени  $t = 2$  с.

О т в е т:  $11$  м/с.

№ 8\*. Движение частицы описывается уравнениями проекций на координатные оси:

$$x = a + bt, \text{ где } a = 5 \text{ м; } c = 15 \text{ м;}$$

$$y = c + dt, \text{ где } b = 8 \text{ м/с; } d = 6 \text{ м/с.}$$

Найти модуль и направление скорости частицы.

О т в е т:  $10$  м/с,  $37^\circ$ .

№ 9. Самолет затрачивает на разбег  $24$  с. Определить длину разбега самолета и скорость в момент отрыва от земли, если на половине длины разбега самолет имел скорость, равную  $30$  м/с.

О т в е т:  $509$  м;  $42,4$  м/с.

№ 10. Тело, двигаясь равноускоренно, в течение пятой секунды от начала движения прошло 45 м. С каким ускорением двигалось тело и какой путь оно прошло за первую секунду?

О т в е т:  $10 \text{ м/с}^2$ ; 5 м.

№ 11. С аэростата, находящегося на высоте 500 м, упал предмет. Через сколько секунд предмет достигнет земли, если: а) аэростат неподвижен; б) аэростат поднимается вверх со скоростью 9,8 м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

О т в е т:  $\approx 10 \text{ с}$ ;  $\approx 11 \text{ с}$ .

№ 12\*. Тело свободно падает с высоты 240 м. Определить отрезок пути, проходимый телом за последнюю секунду падения. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ:  $\approx 63,7 \text{ м}$ .

№ 13\*. График проекции скорости изображен на рис. 7. Нарисуйте графики зависимости ускорения, пути и координаты  $x$  от времени.

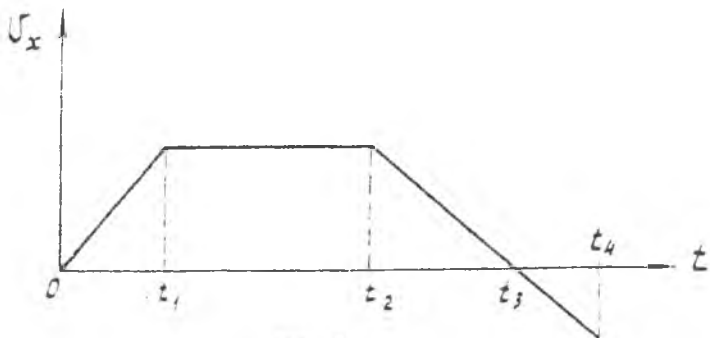


Рис. 7

№ 14. Тело свободно падает с высоты 270 м. Разделить эту высоту на такие три части, чтобы на прохождение каждой из них потребовалось одно и то же время.

О т в е т: 30 м; 90 м; 150 м.

№ 15. Человек, находясь на вершине башни высотой 15 м, бросает вверх камень с начальной скоростью 10 м/с. Через какое время камень достигнет земной поверхности?

О т в е т:  $\approx 3 \text{ с}$ .

№ 16. Тело, двигаясь с постоянным ускорением  $a$ , потеряло половину своей начальной скорости  $v_0$ . За какое время это произошло и какой путь прошло тело за это время?

Ответ:  $t = \frac{v_0}{2a}$ ;  $S = \frac{3v_0^2}{8a}$ .



№ 17. Автомобиль, движущийся равноускоренно из состояния покоя, пройдя некоторый путь, достиг 20 м/с. Какова была скорость в средней точке этого пути?

О т в е т:  $\approx 14,3$  м/с.

№ 18. Мяч брошен вертикально вверх. На высоте 6 м он побывал дважды с интервалом 3 с. Определить начальную скорость мяча.

О т в е т: 18 м/с.

№ 19. Камень брошен со скоростью  $v_0 = 10$  м/с под углом  $\alpha = 40^\circ$  к горизонту. На какую высоту поднимется камень? На каком расстоянии от места бросания он упадет на землю? Какое время он будет в движении?

О т в е т: 2,1 м; 10 м; 1,3 с.

№ 20. С башни высотой  $H = 25$  м горизонтально брошен камень со скоростью  $v_0 = 15$  м/с. Найти: 1) сколько времени камень будет в движении? 2) на каком расстоянии от основания башни он упадет на землю? 3) с какой скоростью он упадет на землю? 4) какой угол составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю? Сопротивление воздуха не учитывать.

О т в е т: 2,3 с; 34,5 м; 27 м/с;  $56^\circ$ .

№ 21\*. Длина минутной стрелки часов на Спасской башне Московского Кремля — 3,5 м. Определить линейную скорость конца стрелки часов.

О т в е т:  $6 \cdot 10^{-3}$  м/с.

№ 22. На станке производится сверление отверстия диаметром 20 мм при скорости внешних точек сверла 400 мм/с и подаче 0,5 мм на один оборот сверла. Сколько времени потребуется, чтобы просверлить отверстие в детали толщиной 15 см.

О т в е т: 47 с.

### Основы динамики

№ 23. Молот массой 10,0 кг свободно падает на наковальню с высоты 1,25 м. Найти силу удара, если длительность его 0,01 с.

О т в е т: 5 кН.

№ 24\*. Сила сообщает телу массой  $m_1$  ускорение  $2,0$  м / с<sup>2</sup>, а телу массой  $m_2$  — ускорение  $3,0$  м / с<sup>2</sup>. Какое ускорение под действием той же силы получат оба тела, если их соединить вместе?

Ответ:  $1,2$  м / с<sup>2</sup>.

№ 25\*. Два груза массой по 450 г уравновешены на неподвижном блоке на высоте 4,42 м от поверхности земли. Через сколько времени один из грузов опустится на землю, если на него положить перегрузок массой 100 г?

О т в е т: 3 с.

№ 26. На столе лежит груз массой  $m$ . По 3-му закону Ньютона стол и груз взаимодействуют с силами, равными по величине, но противоположными по направлению. Назовите эти силы и сделайте схематический чертёж.

№ 27. С какой силой на дно шахтной клетки будет давить груз массой 100 кг, если клеть будет подниматься вертикально вверх с ускорением  $24,5 \text{ см} / \text{с}^2$  ?

О т в е т :  $\approx 1000 \text{ Н}$ .

№ 28. Лифт, поднимаясь равноускоренно, за 2 с достигает скорости 4 м/с, с которой продолжает подъем в течение 4 с. За последующие 3 с равнозамедленного движения лифт останавливается. Определить высоту подъема лифта.

О т в е т : 26 м.

№ 29. Реактивный самолет пикирует со скоростью 900 км/ч. На пути самолета оказалась птица массой 2 кг. Определить силу удара птицы о стекло кабины летчика, если длительность удара 0,001 с.

О т в е т :  $\approx 500 \text{ кН}$ .

№ 30. С каким ускорением движутся грузы 1 и 2 (рис. 8), если их массы одинаковые? Трением пренебречь.

О т в е т :  $4,9 \text{ м} / \text{с}^2$ .

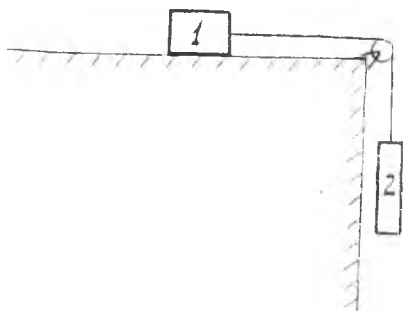


Рис. 8

№ 31. Вратарь схватил футбольный мяч, летевший со скоростью 50 м/с, и остановил его в течение 0,1 с. Масса мяча 700 г. Найти силу, примененную вратарем к мячу.

О т в е т : 350 Н.

№ 32. С каким ускорением движется тело по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  при коэффициенте трения 0,2?

О т в е т :  $3,3 \text{ м} / \text{с}^2$ .

№ 33. Пуля, летящая со скоростью 500 м/с, попадает в препятствие и застревает в нем, пройдя расстояние 1,25 м. Определить силу сопротивления движению пули в препятствии, если масса пули равна 25 г.

О т в е т : 2,5 кН.

№ 34. Груз массой 1 кг падает с высоты 240 м и углубляется

в песок на 0,2 м. Определить силу сопротивления грунта, если начальная скорость падения груза 14 м/с.

О т в е т:  $\approx 12,5$  кН.

№ 35. Две силы по 5Н приложены к одной точке тела под углом  $90^\circ$ . Как нужно приложить к этому телу другие две силы по 4 Н, чтобы они уравновесили первые?

О т в е т: под углом  $56^\circ$  друг к другу, симметрично относительно биссектрисы угла, по которому направлены первые две силы.

№ 36. На концах однородного стержня массой 1 кг и длиной 60 см подвешены грузы массой 1 и 2 кг. Где нужно подпереть этот стержень, чтобы он остался в равновесии?

О т в е т: на расстоянии 37,5 см от конца с малым грузом.

№ 37. Ведущие колеса трактора радиусом 0,7 м, на которые приходится нагрузка  $P = 10$  кН, уперлись в твердый выступ дороги высотой  $h = 10$  см. Какова должна быть горизонтальная сила  $F$ , чтобы трактор преодолел выступ?

О т в е т: 6 кН.

№ 38. Какова должна быть сила тяги  $F$  двигателя, чтобы автомобиль массой  $m = 1500$  кг набрал скорость  $v = 60$  км/ч за время  $t = 5$  с, если коэффициент трения  $k = 0,5$ ?

О т в е т:  $F = 12,36$  кН.

№ 39. Как легче везти тачку: толкать ее перед собой или тащить позади себя? Почему?

№ 40. Какую работу нужно совершить, чтобы веревку длиной  $l$  и массой  $m$ , лежащую на столе, перевести из горизонтального положения в вертикальное, не отрывая одного конца ее от стола?

Ответ:  $mgl/2$ .

№ 41. Найти удлинение буксирного троса, имеющего жесткость  $10^5$  Н/м, при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением  $0,5$  м/с<sup>2</sup>. Трением пренебречь.

О т в е т: 0,01 м.

№ 42. При удлинении спиральной пружины на 10 см возникает сила упругости 150 Н. Начертить график зависимости силы упругости от удлинения пружины. По графику определить работу, совершаемую силой упругости при удлинении пружины на 8,5 см.

О т в е т:  $\approx 5,3$  Дж.

№ 43. Автодрезина везет равноускоренно две платформы. Сила тяги 1,78 кН. Масса первой платформы 12 т, второй — 8 т. С какой силой упругости натянута сцепка между платформами?

О т в е т: 0,71 кН.

**№ 44.** С какой максимальной скоростью может повернуть мотоциклист на горизонтальной плоскости при коэффициенте трения 0,40, если радиус поворота 25 м?

**О т в е т:**  $\approx 10$  м/с.

**№ 45.** Гири массой 100 г вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити при прохождении гири через нижнюю точку будет больше, чем при прохождении через верхнюю?

**О т в е т:** 1,96 Н.

**№ 46.** Высота спутника над поверхностью Земли 1700 км. Определить период обращения спутника.

**О т в е т:**  $7,3 \cdot 10^3$  с.

**№ 47\*.** Шарик, привязанный к нити длиной 0,3 м, образует конический маятник, который обращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,15 м. Сколько оборотов в секунду делает шарик?

**О т в е т:**  $\approx 1$  об/с.

**№ 48\*.** Период обращения спутника, движущегося вблизи поверхности планеты, равен 1,4 часа. Считая планету однородным шаром, найти ее плотность.

**О т в е т:** 5560 кг / м<sup>3</sup>.

**№ 49.** Дорожка для велосипедных гонок делает закругления с радиусом 40 м. В этом месте дорожка сделана с наклоном в 30° к горизонту. На какую скорость рассчитана дорожка?

**О т в е т:** 15 м/с.

**№ 50.** Монета катится без наклона по прямой, а с наклоном поворачивается в сторону наклона. Почему?

**№ 51.** С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста с радиусом 40 м, чтобы пассажир на мгновение оказался в состоянии невесомости?

**О т в е т:** 20 м/с.

**№ 52.** Определить силу, прижимающую летчика к сиденью самолета в верхней и нижней точках петли Нестерова, если масса летчика 75 кг, радиус петли 200 м, а скорость самолета при прохождении петли постоянна и равна 360 км/ч.

**О т в е т:** 3015 Н; 4485 Н.

**№ 53.** 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?

**О т в е т:**  $\approx 950$  Н.

№ 54. Луна движется вокруг Земли со скоростью 1,0 км/с. Радиус орбиты 384000 км. Какова масса Земли?

О т в е т:  $\approx 6 \cdot 10^{24}$  кг.

№ 55. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения спутника станет вдвое меньше, чем на поверхности?

О т в е т: 0,41 радиуса Земли.

№ 56. Пользуясь законом всемирного тяготения, определите среднюю плотность Земли.

### Законы сохранения в механике

№ 57. На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,42 м/с, всыпали 600 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

О т в е т: 0,18 м/с.

№ 58. С неподвижной лодки массой 50 кг, стоящей перпендикулярно к берегу озера, прыгает на берег человек, масса которого 80 кг. Скорость человека 1,2 м/с. С какой скоростью начнет двигаться лодка?

Ответ:  $\approx 1,9$  м/с.

№ 59. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 1000 м/с. Найти скорость винтовки при отдаче, если масса ее в 500 раз больше массы пули.

О т в е т: 2 м/с.

№ 60. Стоящий на льду человек массой 60 кг ловит мяч массой 0,50 кг, который летит горизонтально со скоростью 20 м/с. На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения 0,05?

О т в е т: 0,03 м.

№ 61\*. Три лодки одинаковой массой  $m = 60$  кг каждая движутся друг за другом с одинаковой скоростью  $v = 36$  км/ч. Со средней лодки в крайние одновременно перебрасывают грузы массой  $m_1 = 12$  кг каждый со скоростью  $v_1 = 15$  м/с относительно лодок. Найти скорости лодок после переброски грузов.

Примечание: масса средней лодки с грузами 84 кг.

О т в е т: 12,5 м/с; 10 м/с; 7,5 м/с.

№ 62\*. Лыжник съезжает с горы высотой 15 м, образующей с горизонтом угол  $45^\circ$ . Определить коэффициент трения, если лыжник, спустившись с горы, проезжает по инерции 125 м.

Ответ:  $\approx 0,11$ .

№ 63. Сани массой 90 кг скатываются с горы высотой 8 м по склону длиной 100 м. Найти силу сопротивления движению саней, если в конце спуска они имели скорость 11 м/с?

О т в е т: 16,1 Н.

№ 64. Грузная шахтная клетка массой 10 т поднимается с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить работу по подъему клетки за первые 10 с движения.

О т в е т: 2,6 МДж.

№ 65\*. Из шахты глубиной 200 м поднимается груз массой 500 кг на канате, каждый метр длины которого имеет массу 1,5 кг. Определить работу, совершаемую при поднятии груза, и коэффициент полезного действия установки. Трением пренебречь.

Ответ:  $\approx 1300 \text{ кДж}$ ;  $\approx 77\%$ .

№ 66. Тело массой 20 кг поднимают равноускоренно из состояния покоя на высоту 20 м за 10 с. Определить величину совершенной работы. Сопротивлением пренебречь.

О т в е т: 4,16 кДж.

№ 67. Поезд, масса которого 4000 т, трогается с места и движется с ускорением  $0,20 \text{ м/с}^2$  в течение 1,5 мин. Найти работу локомотива при разгоне, если коэффициент сопротивления 0,05.

О т в е т:  $\approx 2236 \text{ МДж}$ .

№ 68\*. Тело массой 1 кг брошено под углом к горизонту. За время полета (от бросания до падения на Землю) его импульс изменился на  $10 \text{ кгм/с}$ . Определите наибольшую высоту подъема тела.

О т в е т: 1,25 м.

№ 69\*. Небольшое тело скользит с вершины сферы с радиусом  $R = 0,9 \text{ м}$ . На какой высоте  $h$  от вершины тело оторвется от поверхности сферы и полетит вниз? Трение не учитывать.

О т в е т: 0,3 м.

№ 70\*. Через реку шириной 100 м переброшен выпуклый мост в форме дуги окружности. Верхняя точка моста поднимается над берегом на высоту 10 м. Мост может выдержать максимальную силу давления 44,1 кН. При какой скорости грузовик массой 5000 кг может пересечь через мост?

О т в е т:  $v \geq 40,6 \text{ км/ч}$ .

№ 71\*. С какой высоты должно начать скользить тело по наклонному желобу, чтобы описать «мертвую петлю» радиусом

8 м, не отрываясь от желоба в верхней точке. Силами сопротивления пренебречь.

О т в е т:  $h \geq 20$  м.

### Жидкости и газы

№ 72. Аквариум наполнен доверху водой. С какой силой давит вода на стенку аквариума длиной 0,5 м и высотой 0,3 м?

О т в е т: 220,5 Н.

№ 73. Цилиндрический бак высотой 6 м заполнен нефтью. Найти силу давления нефти на пробку, закрывающую отверстие около дна бака, если ее площадь равна  $50\text{см}^2$ .

О т в е т: 240 Н.

№ 74. Какая разница получится в высоте уровней ртути в сообщающихся сосудах, если в один сосуд поверх ртути налить керосин высотой 25,5 см?

О т в е т:  $2,4 \cdot 10^{-2}$  м.

№ 75. На какую высоту нужно подняться вверх, чтобы давление воздуха уменьшилось на 1 мм рт.ст. Плотность воздуха считать постоянной и равной  $0,0013 \text{ г / см}^3$ .

О т в е т: 10,5 м.

№ 76. У основания здания давление воды в водопроводе равно 490 кПа. Под каким давлением вытекает вода из крана на четвертом этаже здания на высоте 15 м от его основания? С какой силой давит вода в отверстие крана площадью  $0,5\text{см}^2$ ?

О т в е т: 343 кПа; 17,15 Н.

№ 77. Почему опасно стоять близко к краю платформы, когда проходит скорый поезд?

№ 78. Площади поршней гидравлического пресса 10 и  $1000\text{см}^2$ . Отношение плеч рычага равно 6. Какую силу давления можно будет получить на прессе, если к длинному плечу рычага, передающему давление на малый поршень, приложена сила 80 Н? КПД пресса 75 %.

О т в е т: 36 кН.

№ 79. Полый медный шар, внешний объем которого равен  $44,5 \text{ см}^3$ , плавает в воде, погружаясь в нее наполовину. Каков объем полости шара?

Ответ:  $42 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ .

**№ 80.** Вес тела в воде в  $k$  раз меньше, чем в воздухе. Какова плотность вещества тела? Выталкивающей силой воздуха пренебречь.

О т в е т:  $\frac{k}{k-1}\rho$ .

**№ 81.** Кусок дерева плавает в воде, погружаясь на  $3/4$  своего объема. Определить плотность куска дерева.

О т в е т:  $750 \text{ кг/м}^3$ .

**№ 82.** Определить наименьшую площадь плоской льдины толщиной 40 см, способной удержать на воде человека массой 75 кг.

О т в е т:  $1,87 \text{ м}^2$ .

**№ 83\*.** Кусок сплава меди с цинком весит в воздухе 8,24 Н, а в воде - 7,26 Н. Определить, сколько меди и цинка находится в куске.

О т в е т: 6,31 Н; 1,93 Н.

**№ 84.** Какое количество гелия потребуется для заполнения оболочки аэростата, если его подъемная сила 9,7 кН. Масса оболочки с гондолой 940 кг.

О т в е т: 263 кг.

**№ 85.** Пробковый спасательный круг имеет массу 3,6 кг. Определить подъемную силу этого круга в пресной воде.

О т в е т:  $\approx 112 \text{ Н}$ .

**№ 86\*.** У какого воздушного шара подъемная сила больше: заполненного сухим или влажным воздухом (давление, объем и температуру считать одинаковыми)?

#### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

**№ 87.** Определить число молекул, содержащихся в капле воды массой 0,2 г.

О т в е т:  $6,7 \cdot 10^{21}$ .

**№ 88.** Вычислить увеличение внутренней энергии 2 кг гелия при повышении его температуры на  $10^\circ\text{C}$ .

О т в е т: 62 кДж.

**№ 89.** Сколько молекул воздуха находится в комнате объемом  $240 \text{ м}^3$  при температуре  $15^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$ ?

О т в е т:  $\approx 6 \cdot 10^{27}$ .



**№ 90.** Определить давление и среднюю энергию поступательного движения молекул идеального газа при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ , если концентрация молекул равна  $10^{26} \text{ м}^{-3}$ .

**О т в е т:**  $0,4 \text{ МПа}$ ;  $6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ .

**№ 91\*.** В помещении площадью  $100 \text{ м}^2$  и высотой  $4 \text{ м}$  разлили  $800 \text{ г}$  ацетона:  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ . Сколько молекул ацетона будет находиться в  $1 \text{ м}^3$  воздуха, если весь ацетон испарится?

**О т в е т:**  $2 \cdot 10^{22} \text{ л} / \text{м}^3$ .

**№ 92.** Два баллона емкостью  $2 \text{ л}$  и  $6 \text{ л}$  соединены трубкой с краном. В первом баллоне газ находится под давлением  $0,2 \text{ МПа}$ , а во втором —  $0,12 \text{ МПа}$ . Температура газа одинакова. Найти давление в баллонах после открытия крана.

**О т в е т:**  $0,14 \text{ МПа}$ .

**№ 93.** Электрическую лампу при изготовлении заполняют азотом под давлением  $5 \cdot 10^4 \text{ Па}$  и при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Какова температура газа в горящей лампе, если давление в ней повысилось до  $10^5 \text{ Па}$ ?

**О т в е т:**  $580 \text{ К}$ .

**№ 94.** Найти массу воздуха в комнате размерами  $8 \times 5 \times 4 \text{ м}$  при температуре  $10^{\circ}\text{C}$  и давлении  $780 \text{ мм рт. ст.}$

**О т в е т:**  $\approx 204 \text{ кг}$ .

**№ 95.** Какова плотность углекислого газа, которым газифицируется вода, если его температура  $300 \text{ К}$ , а давление в баллоне  $9,8 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ?

**О т в е т:**  $\approx 170 \text{ кг} / \text{м}^3$ .

**№ 96.** Определить температуру газа, занимающего объем  $4 \text{ м}^3$  и находящегося под давлением  $75 \text{ кПа}$ , если он содержит  $8,1 \cdot 10^{25}$  молекул.

**О т в е т:**  $-5^{\circ}\text{C}$ .

**№ 97.** До какой температуры следует изобарически нагреть газ, чтобы его плотность уменьшилась вдвое по сравнению с плотностью при  $0^{\circ}\text{C}$ ?

**О т в е т:**  $546 \text{ К}$ .

**№ 98.** Объем горючей смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания при сжатии уменьшается в  $6$  раз, а давление при этом возрастает в  $10$  раз. До какой температуры нагревается

смесь, если первоначальная ее температура  $27^{\circ}\text{C}$ ?

О т в е т:  $227^{\circ}\text{C}$ .

№ 99. Сжатый компрессором воздух используется для приведения в действие воздушных тормозов железнодорожных вагонов. Под каким давлением он находится, если при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  его плотность равна  $8\text{ кг / м}^3$  ?

О т в е т:  $0,67\text{ МПа}$ .

№ 100. Найти число молей идеального газа, если при давлении  $200\text{ кПа}$  и при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  его объем составляет  $40\text{ л}$ .

О т в е т:  $3,3\text{ моля}$ .

№ 101\*. Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой, площадь сечения которой равна  $2,5\text{ см}^2$ . До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку,  $12\text{ Н}$ ? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление  $760\text{ мм рт.ст.}$ , а температура  $13^{\circ}\text{C}$ .

О т в е т:  $144,8^{\circ}\text{C}$ .

№ 102. В баллоне находится газ при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз уменьшится давление газа, если  $40\%$  его выйдет из баллона, а температура при этом понизится до  $8^{\circ}\text{C}$ ?

О т в е т: в  $1,7$  раза.

№ 103. Аэростат наполняют водородом при  $20^{\circ}\text{C}$  и давлении  $750\text{ мм рт.ст.}$  до объема  $300\text{ м}^3$ . Сколько времени будет производиться наполнение, если из баллонов каждую секунду переходит в аэростат  $2,5\text{ г}$  водорода?

О т в е т:  $2,76\text{ ч}$ .

№ 104. Чему равна молярная масса газа, который при давлении  $100\text{ кПа}$  и температуре  $27^{\circ}\text{C}$  имеет плотность  $0,16\text{ кг / м}^3$ ?

О т в е т:  $0,004\text{ кг/моль}$ .

№ 105. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в  $2$  раза давление его увеличилось на  $25\%$ . Как при этом изменится объем?

О т в е т: увеличился в  $1,6$  раза.

№ 106. Стальной баллон наполнен азотом при температуре  $12^{\circ}\text{C}$ . Давление азота  $15\text{ МПа}$ . Найти плотность азота при этих условиях. При какой температуре давление возрастет до  $18\text{ МПа}$ ? Расширением стенок баллона пренебречь.

О т в е т:  $180\text{ кг / м}^3$ ,  $69^{\circ}\text{C}$ .

№ 107\*. В сосуде находится смесь воды со льдом массой  $m = 10$  кг. Сосуд внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру смеси. Зависимость температуры смеси  $t$  от времени  $\tau$  приведена на рис. 9. Определить начальную массу льда. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

О т в е т: 1,23 кг.



Рис. 9.

№ 108\*. Смешали 6 кг воды при  $42^{\circ}\text{C}$ , 4 кг воды при  $72^{\circ}\text{C}$  и 20 кг воды при  $18^{\circ}\text{C}$ . Определить температуру смеси.

О т в е т:  $30^{\circ}\text{C}$ .

№ 109. Какую массу должны иметь железные тормоза трамвая, чтобы при полной остановке его на скорости 36 км/ч они нагревались не более чем на 100 градусов? Массу трамвая принять равной 10 т.

О т в е т:  $\approx 11$  кг.

№ 110. Для приготовления ванны необходимо смешать холодную воду при  $11^{\circ}\text{C}$  с горячей при  $66^{\circ}\text{C}$ . Какое количество той и другой воды необходимо взять для получения 550 л воды при  $36^{\circ}\text{C}$ ?

О т в е т: 300 л; 250 л.

№ 111. Относительная влажность воздуха составляла 63% при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ . На сколько градусов должна понизиться температура воздуха до появления росы?

О т в е т:  $7,5^{\circ}\text{C}$ .

№ 112. В подвальном помещении относительная влажность при температуре  $8^{\circ}\text{C}$  равна 100%. На сколько градусов надо повысить температуру воздуха в подвале, чтобы влажность уменьшилась до 60%?

О т в е т:  $8^{\circ}\text{C}$ .

№ 113\*. При  $20^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха 50%.

Сколько воды выделится из  $1 \text{ м}^3$  воздуха при понижении температуры до  $15^\circ\text{C}$ ?

Ответ: 2,8 г.

№ 114. Показать, что при комнатной температуре значения абсолютной влажности воздуха, выраженной в граммах на кубический метр и в миллиметрах ртутного столба, практически совпадают.

№ 115. Относительная влажность воздуха в комнате 60%, а температура  $20^\circ\text{C}$ . На сколько градусов должна понизиться температура воздуха на улице, чтобы стекла окон в комнате запотели?

О т в е т: 8,5 К.

№ 116. Насыщенный водяной пар, взятый при  $100^\circ\text{C}$ , изолировали от жидкости и нагрели изохорически на  $60^\circ\text{C}$ . Какое давление будет оказывать пар на стенки сосуда?

Ответ: 0,12 МПа.

№ 117. Объем воздуха в комнате  $100 \text{ м}^3$ . Какова масса вышедшего из нее воздуха при повышении температуры от 10 до  $25^\circ\text{C}$ , если атмосферное давление 770 мм рт.ст.?

О т в е т: 6,3 кг.

№ 118. После того, как в комнате протопили печь, температура воздуха поднялась с 15 до  $27^\circ\text{C}$ . На сколько процентов уменьшилось число молекул в комнате?

О т в е т:  $\approx 4\%$ .

№ 119\*. Параметры идеального одноатомного газа ( $\nu=3$  моля) изменились по циклу (рис. 10). Температуры газа в соответствующих точках равны  $T_1=400 \text{ К}$ ,  $T_2=800 \text{ К}$ ,  $T_4=1200 \text{ К}$ . Определить работу газа за цикл.

О т в е т: 20 кДж.

№ 120. В цилиндре под поршнем находится  $0,1 \text{ м}^3$  воздуха под давлением 2,4 кПа. При изобарическом нагревании на  $10^\circ\text{C}$  была совершена работа 8,2 Дж. Найти конечную температуру воздуха.

О т в е т: 303 К.

№ 121. Определить работу адиабатического расширения 200 г гелия, если температура газа понизилась на 50 К.

О т в е т: 31 кДж.

№ 122. Углекислый газ массой 10 г нагрет от 20 до  $30^\circ\text{C}$  при постоянном давлении. Найти работу расширения газа.

Ответ:  $\approx 18,8 \text{ Дж}$ .

№ 123. В идеальной тепловой машине за счет каждого

килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника  $17^{\circ}\text{C}$ .

О т в е т: 0,3; 414 К.

№ 124\*. Идеальный одноатомный газ совершает цикл, показанный на рис. 11. Определить КПД цикла, если  $V_1 = 1\text{л}$ ;  $V_2 = 2\text{л}$ ;  $P_1 = 0,1\text{МПа}$ ;  $P_2 = 0,2\text{МПа}$ .

О т в е т: 15 %.

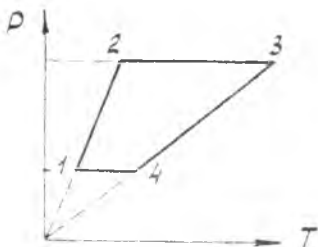


Рис. 10

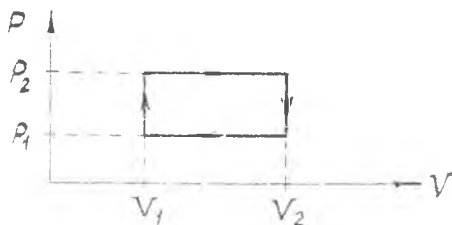


Рис. 11

№ 125. Молотком массой 1 кг ударяют 10 раз по куску свинца массой 100 г. Скорость молотка при ударе 3 м/с. На сколько градусов нагревается свинец, если 50% выделившейся при ударе теплоты идет на его нагревание?

Ответ:  $1,7^{\circ}\text{C}$ .

№ 126. Свинцовая дробинка, летящая со скоростью 100 м/с, попав в доску, углубилась в нее. На сколько градусов нагрелась дробинка, если 50% выделенной при ударе теплоты пошло на ее нагревание?

Ответ:  $\approx 20^{\circ}\text{C}$ .

№ 127. Стальной резец массой 400 г, нагретый до температуры  $820^{\circ}\text{C}$ , погружают для закалки в 4 кг воды, температура которой  $10^{\circ}\text{C}$ . Определить, до какой температуры охладился резец.

Ответ:  $18,8^{\circ}\text{C}$ .

№ 128. Тонкое алюминиевое кольцо массой 7 г и радиусом 7,8 см соприкасается с мыльным раствором. Каким усилием можно оторвать кольцо от раствора? Температуру раствора считать комнатной.

Ответ:  $\approx 0,1\text{Н}$ .

№ 129. Железный шар упал с высоты 87 м и подскочил после

удара на высоту 1,6 м. На сколько градусов нагрелся шар, если 50% выделившейся при ударе энергии пошло на его нагревание?

О т в е т:  $0,9^{\circ}\text{C}$ .

№ 130\*. При нагревании стального шара его объем увеличился на  $30\text{ см}^3$ . На сколько увеличилась внутренняя энергия шара?

О т в е т:  $\approx 3\text{ МДж}$ .

№ 131. В канистру налито 20 кг бензина. Как изменится объем бензина, если температура понизится с  $25^{\circ}\text{C}$  до  $5^{\circ}\text{C}$ ?

О т в е т:  $57 \cdot 10^{-5}\text{ м}^3$ .

№ 132\*. В каждую из четырех шин автомобиля накачан воздух объемом 200 л при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Объем шины  $54,6\text{ л}$ , площадь сцепления шины с дорогой при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  равна  $290\text{ см}^2$ . Найти массу автомобиля. Атмосферное давление считать равным  $0,1\text{ МПа}$ .

О т в е т:  $4\ 000\text{ кг}$ .

## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

### Электростатика

№ 133. Сила тяготения между двумя наэлектризованными шариками массой по 1 г уравновешена электрической силой отталкивания. Считая заряды шариков равными, определить их величину.

О т в е т:  $0,86 \cdot 10^{-13}\text{ Кл}$ .

№ 134. Два небольших изолированных шара, расположенных на расстоянии 60 см друг от друга, несут заряды  $2,5 \cdot 10^{-8}$  и  $5 \cdot 10^{-8}$  Кл. В какую точку нужно поместить третий заряд, чтобы он оказался в равновесии?

О т в е т:  $0,25\text{ м}$ .

№ 135. Определить величину точечного заряда, образующего поле в вакууме, если на расстоянии 9 см от него напряженность составляет  $4,0 \cdot 10^5\text{ В/м}$ . На сколько ближе к заряду будет находиться точка, в которой напряженность окажется прежней, если заряд поместить в керосин?

О т в е т:  $3,6 \cdot 10^{-7}\text{ Кл}$ ;  $2,7 \cdot 10^{-2}\text{ м}$ .

№ 136. Два одинаковых маленьких шарика, имеющих заряды

$6 \cdot 10^{-9}$  и  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл, приведены в соприкосновение и вновь раздвинуты на 2 см. Найти силу взаимодействия между ними.

О т в е т:  $5,6 \cdot 10^{-4}$  Н.

№ 137. Три одинаковых точечных заряда по  $3 \cdot 10^{-9}$  Кл каждый расположены на одной прямой на расстоянии 5 см один от другого. Определить величину силы, которая действует на каждый заряд.

О т в е т:  $4,1 \cdot 10^{-5}$  Н; 0;  $4,1 \cdot 10^{-5}$  Н.

№ 138\*. Напряженность электрического поля, созданного точечным зарядом  $q$  в точках  $A$  и  $B$  (рис. 12) равна соответственно  $E_A = 0,2$  кВ/м и  $E_B = 0,1$  кВ/м. Определите напряженность электрического поля в точке  $C$ .

О т в е т: 0,3 кВ/м.

№ 139. С какой силой взаимодействуют два заряда  $0,66 \cdot 10^{-7}$  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?

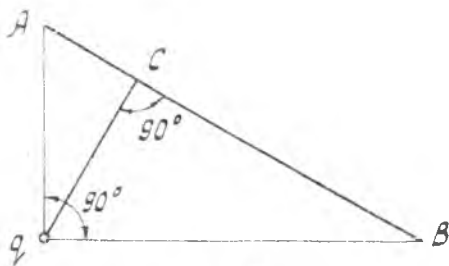


Рис. 12

О т в е т: 0,074 Н;  $29,7 \cdot 10^{-2}$  м.

№ 140. Шарик имеет массу 10 г и заряд 2 нКл. С каким ускорением он будет двигаться под действием однородного электрического поля с напряженностью 300 В/см?

О т в е т:  $0,6 \cdot 10^{-2}$  м / с<sup>2</sup>.

№ 141. В поле точечного заряда  $10^{-7}$  Кл две точки расположены на расстоянии 15 и 20 см от заряда. Найти разность потенциалов этих точек.

О т в е т: 1500 В.

№ 142. В двух точках электрического поля точечного заряда потенциал отличается в 5 раз. Во сколько раз в этих точках отличается напряженность поля?

О т в е т: 25.

№ 143. На капельке ртути радиусом 0,1 см помещены

одинаковые заряды  $7 \cdot 10^{-13}$  Кл. Десять таких каплей сливаются в одну большую каплю. Найти потенциал этой капли.

О т в е т:  $\approx 29$  В.

№ 144\*. Электрическое поле образовано внешним однородным электрическим полем и электрическим полем заряженной

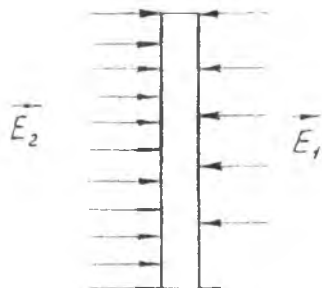


Рис. 13

металлической пластины (рис. 13), которое вблизи пластины тоже можно считать однородным. Напряженность результирующего электрического поля справа от пластины  $E_1 = 30$  кВ/м, а слева  $E_2 = 50$  кВ/м. Определите заряд пластины, если сила, действующая на пластину со стороны внешнего электрического поля,  $F = 0,7$  Н.

О т в е т:  $q = -7 \cdot 10^{-5}$  Кл.

№ 145. Два шара диаметром 10 см каждый заряжены до потенциалов 6 и 15 кВ, а затем соединены проволокой. Каким оказался потенциал шаров после соединения и как изменился заряд каждого из них?

О т в е т: 10,5 кВ; на  $2,5 \cdot 10^{-8}$  Кл.

№ 146. Поле образовано зарядом  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл. Какую работу надо совершить, чтобы одноименный заряд  $3 \cdot 10^{-9}$  Кл перенести из точки, удаленной от первого заряда на 50 см, в точку, удаленную от первого заряда на 5 см?

О т в е т:  $9,7 \cdot 10^{-5}$  Дж.

№ 147. Шарики емкостью 6 и 9 пФ наэлектризованы до потенциалов 200 и 800 В соответственно. Найти суммарный заряд обоих шариков, считая, что они находятся в воздухе.

О т в е т:  $8,4 \cdot 10^{-9}$  Кл.

№ 148. Двум металлическим шарам разного диаметра сообщили одинаковые заряды. Будут ли переходить заряды с одного шара на другой, если их соединить проводником?

№ 149. Найти емкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделенных парафиновой прослойкой толщиной 1 мм.

О т в е т: 583,6 пФ.

№ 150\*. С каким ускорением надо двигать проводник, чтобы



разность потенциалов на его концах равнялась  $U = 1$  мкВ, если длина проводника  $l = 1$  м?

О т в е т:  $1,8 \cdot 10^5$  м/с<sup>2</sup>.

### Законы постоянного тока

**№ 151.** Кусок неизолированной проволоки разрезается пополам, и обе половины свиваются вместе. Как изменится сопротивление проводника?

О т в е т: уменьшится в 4 раза.

**№ 152.** Сопротивление двух проводников круглого сечения одинаковой длины и материала относятся как 1:2. Какой проводник тяжелее и во сколько раз?

О т в е т: первый, в 2 раза.

**№ 153.** Сопротивление двух проводников, соединенных параллельно, равно  $1/7$  Ом. При последовательном соединении тех же проводников получается сопротивление  $0,7$  Ом. Определить сопротивление каждого проводника.

О т в е т:  $0,2$  Ом;  $0,5$  Ом.

**№ 154.** В проводнике при напряжении  $120$  В был ток  $1,5$  А. Когда в цепь ввели дополнительное сопротивление, ток стал  $1,2$  А при том же напряжении. Определить величину включенного сопротивления.

О т в е т:  $20$  Ом.

**№ 155.** 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.

О т в е т:  $180$  Вт;  $1,5$  А;  $5184$  кДж.

**№ 156.** Сопротивление гальванометра  $5$  Ом, при предельном отклонении стрелки он дает показания  $10$  мА. Каким дополнительным сопротивлением надо снабдить прибор, чтобы использовать его в качестве вольтметра с предельным показанием  $300$  В?

О т в е т:  $30$  кОм.

**№ 157.** Генератор с ЭДС  $150$  В и внутренним сопротивлением  $0,4$  Ом питает  $200$  ламп сопротивлением по  $320$  Ом каждая, включенных параллельно. Каково напряжение на зажимах генератора? Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

О т в е т:  $120$  В.

№ 158\*. Найти общее сопротивление электрической цепи (рис. 14), если сопротивление проводников  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  и  $AD$  одинаковы и равны  $R$  каждый, а сопротивление проводника  $AC$  равно  $BD$  и равно  $2R$ .

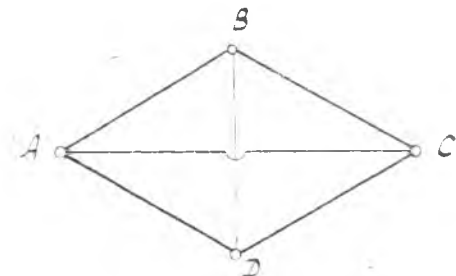


Рис. 14

равно  $BD$  и равно  $2R$ .

Ответ:  $2R/3$ .

№ 159. ЭДС батареи 9 В. При замыкании ее на внешнее сопротивление в 2 Ом она дает ток силой 3 А. Определить силу тока при коротком замыкании батареи.

О т в е т: 9 А.

№ 160. Батарея для карманного фонаря с ЭДС 4,5 В при включенной лампочке дает напряжение 4 В. Во сколько раз сопротивление лампочки больше внутреннего сопротивления батареи?

О т в е т: в 8 раз.

№ 161. Амперметр имеет сопротивление 0,02 Ом, его шкала рассчитана на 1,2 А. Шунт какого сопротивления надо поставить к амперметру, чтобы можно было измерять токи силой до 6 А?

О т в е т: 0,005 Ом.

№ 162\*. Два вольтметра, соединенные последовательно, подключены к источнику тока и показывают 8 и 4 В. Если подключить к источнику только второй вольтметр, то он покажет 10 В. Найти ЭДС источника.

О т в е т: 13,3 В.

№ 163. Какова масса медного провода длиной 1 км и сопротивлением 0,6 Ом? Какова потеря напряжения на нем при плотности тока  $5 \text{ А} / \text{мм}^2$  ?

О т в е т: 250 кг; 85 В.

№ 164. Какое напряжение необходимо поддерживать на зажимах генератора, питающего электродвигатель, расположенный на расстоянии 500 м от него? Двигатель рассчитан на ток 8 А и напряжение 120 В. Сечение медного кабеля, подающего ток, равно  $7 \text{ мм}^2$  .

О т в е т: 140 В.

**№ 165.** Лифт массой 1600 кг поднимается со скоростью 1 м/с. Какую мощность потребляет электродвигатель, приводящий в движение лифт? Определить силу тока, если напряжение в сети 220 В, а КПД двигателя 92%.

**О т в е т:** 17 кВт; 77 А.

**№ 166\*.** Через аккумулятор в конце зарядки течет ток 4 А при напряжении на клеммах 12,6 В. При разрядке этого аккумулятора током 6 А напряжение составляет 11,1 В. Найти ток короткого замыкания.

**О т в е т:** 80 А.

**№ 167.** Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В и потребляет силу тока 20 А. Определить КПД установки, если груз массой 1000 кг кран поднимает на высоту 19 м за 50 с.

**О т в е т:** 0,5.

**№ 168\*.** Определить ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе в 5 А она отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе в 8 А — 14,4 Вт.

**О т в е т:** 62 А.

**№ 169.** Гальванический элемент замыкается один раз проволокой сопротивлением  $R_1 = 9$  Ом, другой — проволокой сопротивлением  $R_2 = 4$  Ом. В том и другом случаях количество тепла, выделившегося в проволоках за одно и то же время, оказывается одинаковым. Определить внутреннее сопротивление элемента.

**О т в е т:** 6 Ом.

**№ 170.** При электролизе раствора  $ZnSO_4$  была совершена работа в 1000 Вт·ч. Определить количество полученного цинка, если напряжение на зажимах ванны было 4 В.

**О т в е т:** 306 г.

**№ 171.** Никелирование пластины с поверхностью  $100 \text{ см}^2$  продолжается 4 часа при токе 0,4 А. Найти толщину слоя никеля, который покрывает за это время пластину.

**О т в е т:** 20 мкм.

**№ 172.** Какое количество теплоты получит серная кислота при электролизе, если за 10 мин на катоде выделилось 60 мг водорода? Сопротивление раствора 0,3 Ом.

**О т в е т:** 18 кДж.

**№ 173.** Сколько атомов цинка выделится на катоде гальвани-

ческой ванны при пропускании через раствор азотнокислого цинка тока в 5 А в течение 0,5 ч?

О т в е т:  $2,8 \cdot 10^{22}$ .

№ 174. Мощность тока, проходящего через электролит, равна 5 Вт. Сколько меди выделится в течение часа при напряжении 3,6 В?

О т в е т: 1,65 г.

№ 175. При электролизе раствора хлористой меди ( $\text{CuCl}_2$ ) на катоде выделилось 32 г меди. Какой объем хлора выделится на аноде за то же время, если температура газа равна  $23^\circ\text{C}$ , а давление 760 мм рт.ст.?

О т в е т: 12,4 л.

### Магнитное поле. Электромагнитная индукция

№ 176. Проводник, по которому течет ток силой 10 А, расположен горизонтально и перпендикулярен линиям индукции магнитного поля. Какова индукция поля, если проводник оказался в состоянии равновесия? Масса 1 м проводника равна 5 г.

О т в е т: 5 мТл.

№ 177. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Найти совершаемую работу, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно силовым линиям.

О т в е т: 8 мДж.

№ 178. В направлении, перпендикулярном линиям индукции, электрон влетает в магнитное поле со скоростью 10 мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

О т в е т: 5,6 пТл.

№ 179. Циклотрон предназначен для ускорения протонов до энергии 5 МэВ. Определить наибольший радиус орбиты, по которой движется протон, если индукция магнитного поля циклотрона 1 Тл.

О т в е т: 0,3 м.

№ 180\*. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент

может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

О т в е т: 0,1 Н·м.

№ 181. Найти величину ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле с индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции.

О т в е т: 5 мВ.

№ 182. Протон и электрон влетают в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью, перпендикулярной индукции поля. Найти отношение радиусов траекторий частиц.

О т в е т: 1835.

№ 183. С какой скоростью надо перемещать проводник, длина активной части которого 1 м, под углом  $60^\circ$  к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции в 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл.

О т в е т: 5,8 м/с.

№ 184. Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.

О т в е т: 2,5 мГн.

№ 185. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

О т в е т: 2,5 Дж.

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### Механические колебания и волны

№ 186. Амплитуда незатухающих колебаний точки струны 0,5 мм, частота 300 Гц. Какое расстояние пройдет точка за 1 с?

О т в е т: 0,6 м.

№ 187. Точные астрономические часы установлены на уровне моря. Как изменится ход часов за сутки, если их установить на башне высотой 200 м над уровнем моря?

О т в е т: отстанут на  $\approx 2,7$  с.

№ 188. Колебание точки задано уравнением

$$x = 0,1 \sin(15,7t + \frac{\pi}{4}) \text{ см.}$$

Найти амплитуду, частоту и период колебаний. Определить смещение точки и фазу колебания в момент времени  $t=T/4$ .

Ответ: 10 см; 2,5 Гц; 0,4 с; 7,07 см;  $3/4\pi$ .

№ 189. Математический маятник длиной  $l = 1$  м колеблется параллельно вертикальной стенке. Под точкой подвеса маятника

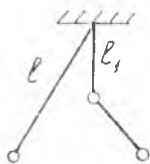


Рис. 15

на расстоянии  $l_1 = 1/2$  от нее в стенку забит гвоздь (рис. 15). Найти период колебаний маятника.

Ответ: 1,7 с.

№ 190. Чему равен период колебаний математического маятника, находящегося в лифте, который движется вниз с ускорением  $0,25g$ ?

Длина нити маятника 0,6 м.

Ответ: 1,79 с.

№ 191. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине вместо медного подвесить алюминиевый шарик того же радиуса?

Ответ: уменьшится в 1,8 раза.

№ 192. Найти массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

Ответ: 4 кг.

№ 193. Мальчик несет на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых 0,8 с. При какой скорости движения вода начнет особенно сильно выплескиваться, если длина шага мальчика 60 см?

Ответ: 2,7 км/ч.

№ 194. Как изменится длина звуковой волны при переходе ее из воздуха в воду? Скорость распространения звука в воздухе 340 м/с, в воде 1450 м/с.

Ответ: увеличится в 4,3 раза.

### Электромагнитные колебания и волны

№ 195. Амплитудное значение ЭДС синусоидального тока, изменяющегося с частотой 50 Гц, равно 220 В. Каковы мгновенные значения ЭДС через 2,5; 4; 5 мс?

Ответ: 155; 209; 220 В.

№ 196. Каков диапазон частот собственных колебаний в

контуре, если его индуктивность 0,1 мкГн, а емкость можно изменять в пределах от 50 до 5000 пФ?

О т в е т: от 7,1 до 71 МГц.

№ 197. На какую длину волны настроен приемник, если его приемный контур обладает самоиндукцией в 0,003 Гн и емкостью в 330 пФ.

О т в е т: 1876 м.

№ 198. Мгновенное значение ЭДС синусоидального тока для фазы  $30^\circ$  равно 120 В. Каково амплитудное и эффективное значения ЭДС?

О т в е т: 240 В; 170 В.

№ 199. Напряжение на концах участка цепи, по которому течет переменный ток, изменяется с течением времени по закону

$U = U_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$ . В момент времени  $t = T/12$  мгновенное напряжение равно 10 В. Определить амплитуду напряжения.

О т в е т: 11,5 В.

№ 200. Катушка индуктивности с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока с частотой 50 Гц. При напряжении 125 В сила тока равна 2,5 А. Какова индуктивность катушки?

О т в е т: 0,16 Гн.

№ 201. Проводник имеет активное сопротивление 15 Ом и индуктивность 63 мГн. Найти полное сопротивление проводника в сети переменного тока с частотой 50 Гц.

О т в е т: 24,8 Ом.

№ 202. В цепь переменного тока включены последовательно активное сопротивление 15 Ом, индуктивное сопротивление 30 Ом и емкостное сопротивление 22 Ом. Найти полное сопротивление цепи.

О т в е т: 17 Ом.

№ 203. Электродуговая печь, сопротивление которой 22 Ом, питается от генератора переменного тока. Определить количество тепла, выделяемого печью за 1 ч, если амплитуда силы тока 10 А.

О т в е т: 3,96 МДж.

№ 204. Какой величины индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту свободных колебаний 10 МГц?

О т в е т: 5 мкГн.

**№ 205.** В цепь переменного тока с частотой 400 Гц включена катушка с индуктивностью 0,1 Гн. Какой емкости конденсатор надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?

**О т в е т:** 1,6 мкФ.

**№ 206.** При изменении тока в катушке индуктивности на величину 1 А за 0,6 с в ней индуцируется ЭДС 0,2 мВ. Какую длину будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, колебательный контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкости 14,1 нФ.

**О т в е т:** 2450 м.

## ОПТИКА

**№ 207.** Луч падает под углом  $60^\circ$  на стеклянную плоскопараллельную пластину толщиной 2 см. Определить смещение луча, вышедшего из пластины.

**О т в е т:**  $1,1 \cdot 10^{-2}$  м.

**№ 208 .** Луч света направлен в сероуглероде на границу с воздухом под углом  $39^\circ$ . Нарисовать дальнейший ход луча.

**О т в е т:** наступит полное внутреннее отражение.

**№ 209.** Рыба видит солнце под углом  $60^\circ$  к поверхности воды. Какова настоящая высота Солнца над горизонтом?

**О т в е т:**  $\approx 48^\circ$ .

**№ 210.** Столб вбит в дно реки так, что часть его возвышается над водой. Длина тени на дне реки 3,9 м, высота Солнца над горизонтом  $40^\circ$ , а глубина реки 3 м. Найти высоту столба над поверхностью воды.

**О т в е т:** 1,5 м.

**№ 211.** На дне бака, наполненного водой до высоты 0,5 м, установлен точечный источник света. На поверхности воды плавает круглый диск так, что его центр находится над источником. При каком минимальном диаметре диска лучи света не будут выходить из воды?

**О т в е т:**  $\approx 1,1$  м.

**№ 212\*.** Свет за одно и то же время по кратчайшему пути проходит слой воды высотой 18 см и стеклянный (легкий крон) брусок с плоскопараллельными торцами. Определить длину бруса.

**О т в е т:** 0,16 м.

**№ 213\*.** Два взаимноперпендикулярных луча (рис. 16) идут из



воздуха в жидкость. Углы преломления равны  $\beta_1 = 30^\circ$  и  $\beta_2 = 40^\circ$ . Найти показатель преломления жидкости.

О т в е т: 1,23.

№ 214 . Плоское зеркало установлено вертикально. Какова должна быть наименьшая высота зеркала, чтобы человек мог в нем видеть свое изображение во весь рост, не изменяя положения головы?

О т в е т: половине роста.

№ 215. Человек, находящийся на берегу, видит камень на дне озера. Глубина озера 1 м. На каком расстоянии от поверхности воды видит человек камень, если луч зрения составляет с вертикалью угол  $60^\circ$ ?

О т в е т: 0,5 м.

№ 216\*. Луч света падает на треугольную стеклянную призму под углом  $36^\circ$ . Преломляющий угол призмы составляет  $40^\circ$ . Под каким углом луч выйдет из призмы? На какой угол он отклонится от первоначального направления?

О т в е т:  $22^\circ$ ;  $26^\circ$ .

№ 217\*. Пучок света скользит вдоль боковой грани призмы, сечение которой имеет форму равнобедренного треугольника. При каком предельном преломляющем угле  $\varphi$  призмы преломленные лучи претерпят полное отражение на второй боковой грани призмы? Показатель преломления материала призмы  $n = 1,6$ .

О т в е т:  $77,3^\circ$ .

№ 218. На рассеивающую линзу падает цилиндрический пучок света параллельно главной оптической оси. Диаметр пучка света 5 см. За линзой на расстоянии 20 см установлен экран. Диаметр изображения пучка на экране 15 см. Определить оптическую силу линзы.

О т в е т: -10 дптр.

№ 219. Две равнофокусные линзы — выпуклая и вогнутая — с фокусными расстояниями  $F = 80$  см находятся одна от другой на расстоянии 80 см. Где надо поместить светящуюся точку перед выпуклой линзой, чтобы лучи, пройдя через обе линзы, образовали параллельный пучок?

О т в е т: 1,6 м.

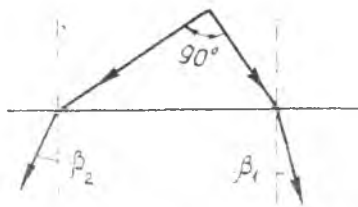


Рис. 16

№ 220. Определить размер изображения предмета высотой 12 мм, если его поместить на расстоянии  $1,75 F$  от линзы. Построить изображение предмета.

О т в е т:  $1,6 \cdot 10^{-2}$  м.

№ 221. Фокусное расстояние собирающей линзы 10 см, расстояние предмета от переднего фокуса 5 см, линейные размеры предмета 2 см. Определить величину изображения. Построить изображение предмета и определить его величину.

О т в е т:  $4 \cdot 10^{-2}$  м.

№ 222. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см рассматривают монету диаметром 1,25 см и наблюдают ее мнимое изображение. На каком расстоянии от линзы находилась монета, если диаметр изображения монеты 5 см? Построить изображение монеты.

О т в е т:  $4,5 \cdot 10^{-2}$  м.

№ 223\*. Рассеивающая линза создает изображение предмета с увеличением  $\Gamma_1 = 2/3$ . Каким будет увеличение  $\Gamma_2$ , если линзу заменить на собирающую с таким же фокусным расстоянием?

О т в е т: +2.

№ 224\*. Предмет в виде отрезка длиной 20 см расположен вдоль оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 40 см. Середина отрезка расположена на расстоянии 60 см от линзы. Линза даст действительное изображение всех точек предмета. Найти продольное увеличение предмета.

Ответ:  $\approx 5,3$ .

№ 225\*. Расстояние предмета от линзы 36 см, а высота изображения 10 см. Если же расстояние предмета от линзы 24 см, то высота изображения увеличится в 2 раза. Найти фокусное расстояние линзы.

О т в е т: 12 см.

№ 226. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза. Построить изображение предмета.

О т в е т: -7,5 дптр.



Рис. 17

№ 227\*. На рис. 17 изображен точечный источник света  $S$ , его изображение  $S'$  полученное с помощью собирающей

линзы, и ближайший к источнику фокус  $F$  линзы. Расстояние  $SF = l$ ;  $SS' = L$ . Найти фокусное расстояние линзы.

О т в е т:  $F = \sqrt{Ll} - l$ .

№ 228\*. На рассеивающую линзу падает сходящийся пучок лучей. После преломления в линзе лучи пересекаются в точке, лежащей на расстоянии 20 см от линзы. Если линзу убрать, то точка пересечения лучей переместится на расстояние 12 см ближе к тому месту, где была линза. Определить фокусное расстояние линзы.

О т в е т: -13,3 см.

№ 229\*. Главная оптическая ось собирающей линзы совпадает с осью светового конуса, образованного сходящимся пучком лучей, а задний фокус линзы совпадает с вершиной конуса. На каком расстоянии от линзы пересекаются лучи после преломления, если оптическая сила линзы равна 5 дптр?

О т в е т: 0,1 м.

№ 230. Объектив обладает оптической силой в 8 диоптрий. На каком расстоянии от экрана надо его поместить, чтобы получить двадцатикратное увеличение? Построить изображение.

О т в е т: 2,62 м.

№ 231. Какое увеличение можно получить при помощи объектива, который имеет главное фокусное расстояние 15 см, если расстояние от объектива до экрана равно 6 м? Построить изображение.

О т в е т: 39.

№ 232. На сколько меняется оптическая сила хрусталика глаза за счет его аккомодации при переводе взгляда со звезды на книгу, находящуюся на расстоянии наилучшего зрения?

О т в е т: 4 дптр.

№ 233\*. Определить период дифракционной решетки, которая дает в спектре первого порядка на экране, отстоящем от нее на 5 м, две линии натрия ( $\lambda_1 = 589,0$  и  $\lambda_2 = 589,5$  нм) на расстоянии 0,5 мм друг от друга.

О т в е т: 5 мкм.

№ 234. Свет с длиной волны 579 нм падает на дифракционную решетку с периодом  $2 \cdot 10^{-5}$  м, при этом на экране образуется дифракционный спектр. Расстояние от решетки до экрана 1,5 м.

На каком расстоянии от центральной полосы будет находиться цветная линия в спектре первого порядка?

О т в е т: 4,34 см.

№ 235. Длина волны красных лучей в воздухе 700 нм. Какова длина волны их в воде?

О т в е т: 526 нм.

№ 236. Как изменится длина волны фиолетовых лучей с частотой колебаний  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц при переходе из воды в вакуум, если скорость их распространения в воде  $223 \cdot 10^3$  км/с?

О т в е т: увеличится на  $\approx 0,1$  мк.

### ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

№ 237. При какой скорости масса движущегося тела возрастает в два раза?

О т в е т:  $2,6 \cdot 10^8$  м / с.

№ 238. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы приобрести скорость, равную 0,9 с ?

О т в е т: 0,66 МВ.

№ 239. Во сколько раз увеличивается масса электрона при прохождении им разности потенциалов  $10^6$  В?

О т в е т: в 3 раза.

№ 240. Солнце излучает в пространство каждую секунду около  $3,75 \cdot 10^{26}$  Дж. На сколько в связи с этим уменьшается ежесекундно масса Солнца?

О т в е т: 4,2 Мт.

### КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

#### Световые кванты

№ 241. С какой длиной волны следует направить световые лучи на поверхность платины, чтобы скорость вылетевших из нее электронов была равна 3000 км/с?

О т в е т: 4,02 мк.

№ 242. Красная граница фотоэффекта для серебра равна 261 нм. Определить работу выхода электрона из серебра.

О т в е т: 4,8 эВ.

№ 243. На сколько энергия фотонов фиолетового излучения

с частотой  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц больше энергии фотона красного излучения с частотой  $4 \cdot 10^{14}$  Гц?

О т в е т: на  $23 \cdot 10^{-20}$  Дж.

№ 244. Какую максимальную скорость имеют электроны, вырванные из вещества светом с длиной волны  $0,5$  мкм., если красная граница фотоэффекта равна  $0,68$  мкм.

О т в е т:  $48 \cdot 10^4$  м/с.

№ 245. Работа выхода электрона из цинка равна  $3,74$  эВ. Произойдет ли фотоэффект, если на цинк будут падать световые лучи с длиной волны  $0,45$  мкм?

О т в е т: нет.

№ 246. Источник света мощностью  $100$  Вт испускает за  $1$  с  $5 \cdot 10^{20}$  фотонов. Найти среднюю длину волны излучения.

О т в е т:  $990$  нм.

№ 247. Определить длину волны лучей, кванты которых имеют такую же энергию, как электрон, ускоренный разностью потенциалов  $4$  В.

О т в е т:  $310$  нм.

№ 248. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны  $\lambda = 436$  нм?

О т в е т:  $10^6$  м/с.

№ 249. Определить массу фотона, если его длина волны  $\lambda = 2,2 \cdot 10^{-10}$  м.

О т в е т:  $10^{-32}$  кг.

### Атом и атомное ядро

№ 250. При переходе электрона в атоме водорода с одного энергетического уровня на другой энергия атома уменьшилась на  $1,89$  эВ. При этом атом излучает квант энергии. Определить длину волны излучения.

Ответ:  $\approx 660$  нм.

№ 251. При радиоактивном распаде энергия  $\alpha$ -частицы приближенно равна  $5$  МэВ. Определить скорость частицы.

О т в е т:  $15,5 \cdot 10^6$  м/с.

№ 252. В атоме водорода радиус первой орбиты электрона

равен  $0,5 \cdot 10^{-8}$  см. Определить линейную скорость движения электрона по этой орбите.

О т в е т:  $2,2 \cdot 10^6$  м/с.

№ 253. Вычислить энергию связи ядра бора  ${}_{5}^{11}\text{B}$ .

О т в е т: 76,2 МэВ.

№ 254. Вычислить дефект массы ядра изотопа неона  ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ .

О т в е т:  $2,8 \cdot 10^{-28}$  кг.

№ 255. В результате захвата  $\alpha$ -частицы ядром изотопа азота  ${}_{7}^{14}\text{N}$  образуется неизвестный элемент и протон. Написать ядерную реакцию и определить неизвестный элемент.

Ответ:  ${}_{8}^{17}\text{O}$ .

### ЗАДАЧИ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

№ 256 . По движущемуся эскалатору бегут вниз два человека: один со скоростью 4 м/с, другой — 6 м/с. Первый насчитал при этом 38 ступенек, второй — 40. Найти скорость эскалатора.

О т в е т: 0,7 м/с.

№ 257 . Каким способом можно закинуть льдинку дальше: бросив в воздух под углом  $45^\circ$  к горизонту или пустив ее скользить по льду? Коэффициент трения о лед 0,02.

О т в е т:  $S_2 : S_1 = 25$ . Пустив скользить по льду.

№ 258 . Под каким углом  $\alpha$  нужно тянуть тело, чтобы с наименьшим усилием передвигать его по горизонтальной поверхности? Коэффициент трения о поверхность  $\mu = 0,2$ .

О т в е т:  $\alpha = 11^\circ 20'$ .

№ 259 . По рельсам фуникулера, проложенным под углом  $15^\circ$  к горизонту, с торможением опускается вагон массой 1500 кг. Скорость вагона в конце пути равна 10 м/с, время движения с торможением до остановки 10 с. Найти силу натяжения каната, если коэффициент трения движению 0,2.

О т в е т: 2,47 кН.

№ 260. Автомобиль массой 5 т, двигаясь в гору с углом наклона  $15^\circ$ , на пути 150 м увеличивает скорость от 36 до 72 км/ч. Найти силу тяги автомобиля, если коэффициент трения при движении 0,5.

О т в е т: 41 кН.

№ 261. Два тела брошены вертикально вверх из одной точки, одно вслед за другим с интервалом времени  $t = 2$  с, с одинаковыми начальными скоростями  $V = 50$  м/с. Через сколько времени и на какой высоте они встретятся?

О т в е т: 6 с, 120 м.

№ 262. Два тела брошены с одной и той же скоростью под углом  $\alpha$  и  $(90 - \alpha)^\circ$  к горизонту. Определите отношение наибольших высот подъема этих тел.

О т в е т:  $h_1/h_2 = \operatorname{tg}^2 \alpha$ .

№ 263. Два груза с массами  $m_1 = 20$  кг и  $m_2 = 10$  кг связаны между собой тросом, масса которого  $M = 12$  кг. Грузы движутся ускоренно вверх под действием вертикальной силы  $F = 600$  Н, приложенной к верхнему грузу с массой  $m_1$ . Найдите натяжение в верхнем конце, в середине и нижнем конце троса.

О т в е т: 300 Н, 225 Н, 150 Н.

№ 264. Шарик, подвешенный на нити длиной  $l = 1$  м, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Найти период обращения шарика, если он находится в лифте, движущемся с постоянным направленным вниз ускорением  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>. Нить составляет с вертикалью угол  $\alpha = 60^\circ$ .

О т в е т:  $\approx 2$  с.

№ 265. Тело массой  $m = 0,1$  кг вращается в вертикальной плоскости на нити длиной  $l = 1$  м. Ось вращения расположена над полом на высоте  $H = 2$  м. При прохождении нижнего положения нить обрывается и тело падает на пол на расстоянии  $L = 4$  м (по горизонтали) от точки обрыва. Определите силу натяжения нити в момент ее обрыва.

О т в е т: 9 Н.

№ 266. Преграда массой  $M = 10$  кг, имеющая цилиндрическую поверхность с радиусом  $R = 0,2$  м, расположена на горизонтальной плоскости (рис. 18). Тело массой  $m = 1$  кг с начальной горизонтальной скоростью  $V_0 = 3$  м/с скользит и поднимается по цилиндрической поверхности. Определите скорость тела на высоте, равной радиусу  $R$  (в точке А). Трением пренебречь.

О т в е т: 2 м/с.

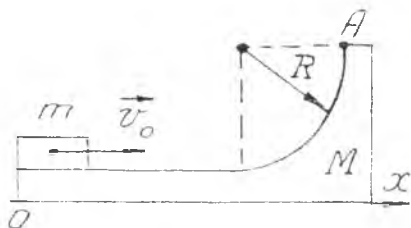


Рис. 18

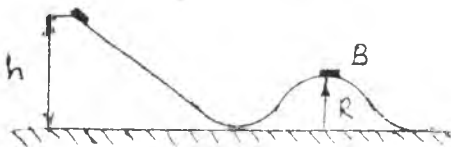


Рис. 19

**№ 267.** Тело массой  $m = 2$  кг соскальзывает с горки высотой  $h = 4,5$  м (рис. 19) по наклонной поверхности, плавно переходящей в цилиндрическую поверхность радиусом  $R = 2$  м. Определить

силу давления тела на цилиндр в

верхней точке В. Работа силы трения до точки В равна  $A = 40$  Дж.

О т в е т: 10 Н.

**№ 268.** Небольшое тело соскальзывает вниз по наклонному желобу, переходящему в “мертвую петлю” радиуса  $R = 2$  м (рис. 20). С какой высоты  $H$  должно спускаться тело, чтобы из точки А оно перелетело по воздуху в точку В, так как верхняя часть петли срезана. Сопротивлением пренебречь.

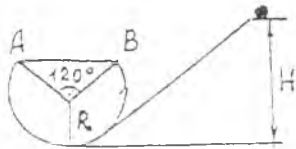


Рис. 20

О т в е т: 5 м.

**№ 269.** Тонкая деревянная палочка длиной 20 см закреплена шарнирно на одном конце и опущена свободным концом в воду. Какая часть длины палочки будет находиться в воде при равновесии? Плотность дерева  $600 \text{ кг/м}^3$ .

О т в е т: 0,07 м.

**№ 270\*.** Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 600 м/с, попала в груз массой 5 кг, подвешенный на нити, и застряла в нем. На какую высоту, откачнувшись после удара, поднимется груз?

О т в е т:  $\approx 7$  см.

**№ 271\*.** Аэросани массой 380 кг, двигаясь по горизонтальному пути со скоростью 72 км/ч, развивают мощность 15 кВт. Какую мощность они должны развить при движении на подъеме с уклоном  $30^\circ$  с той же скоростью?

О т в е т:  $\approx 50$  кВт.

**№ 272\*.** От удара копра массой  $m_1 = 50$  кг, падающего с высоты  $h_1 = 5$  м, свая массой  $m_2 = 200$  кг погружается в грунт на глубину  $h_2 = 20$  см. Определить силу сопротивления грунта, считая ее постоянной. Удар копра о сваю считать абсолютно неупругим.

О т в е т: 5 кН.

**№ 273\*.** Радиус планеты больше радиуса Земли в 3,7 раза, а плотность - в 1,65 раза. Найти ускорение силы тяжести на поверхности планеты.

О т в е т:  $60 \text{ м/с}^2$ .



**№ 274\*.** Акробат прыгает в сетку с высоты 8 м. На какой предельной высоте над полом надо натянуть сетку, чтобы акробат не ударился о пол при прыжке? Известно, что сетка прогибается на 0,5 м, если акробат прыгает в нее с высоты 1 м.

**О т в е т:** 1,23 м.

**№ 275.** Поезд массой 600 тонн, отойдя от станции на 2,5 км, приобретает скорость 60 км/ч. Какую среднюю мощность развивает локомотив, если коэффициент трения движению 0,005?

**О т в е т:** 0,5 МВт.

**№ 276\*.** Стеклообразный шарик массой 100 г, находящийся у поверхности глицерина, погружается на глубину 1 м. Найти изменение потенциальной энергии шарика.

**О т в е т:** -0,49 Дж.

**№ 277\*.** Подъемный кран поднимает в воде бетонную плиту объемом 0,5 м<sup>3</sup> на высоту 1 м за 10 с. Определить силу тока в электродвигателе крана, если подаваемое напряжение 500 В, а КПД крана 25 %.

**О т в е т:**  $\approx 4,8$  А.

**№ 278\*.** Однородная бетонная свая длиной  $l = 5$  м и массой  $m = 5000$  кг лежит на дне водоема глубиной  $h = 5$  м. Привязав трос к одному концу сваи, ее медленно поднимают из воды. Найти минимальную работу, совершаемую при вытаскивании сваи из воды на воздух. Плотность бетона принять равной  $\rho = 2500$  кг/м<sup>3</sup>.

**О т в е т:** 269,5 кДж.

**№ 279.** На какой глубине находился пузырек воздуха, если его объем при всплытии у поверхности воды оказался в 1,5 раза больше, чем под водой? Атмосферное давление принять равным 760 мм рт. ст.

**О т в е т:** 5,2 м.

**№ 280\*.** В озере на глубине 100 м при температуре 8° С находится в равновесии шар, наполненный воздухом, с общей массой 40 г. Найти массу воздуха внутри шара, если атмосферное давление 99,7 кПа. Шар считать тонкостенным, изготовленным из резины.

**О т в е т:**  $5,35 \cdot 10^{-4}$  кг.

**№ 281.** Внутри замкнутого цилиндра, наполненного воздухом, находится шарик радиусом 2 см и массой 3 г. Какое давление необходимо создать внутри цилиндра, чтобы шарик находился во взвешенном состоянии, если температура поддерживается 17° С?

**О т в е т:** 7,5 МПа.

**№ 282\*.** В цилиндрическом сосуде с площадью основания 250 см<sup>2</sup> находится 10 г азота, сжатого поршнем, на котором лежит груз

массой 12,5 кг. Найти работу газа при его нагревании от 25 до 625° С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст. Как зависит работа от массы груза? Найти величину перемещения поршня.

О т в е т: 1,78 кДж; 0,67 м.

№ 283\*. Пустой стальной цилиндр массой 200 г и емкостью 250 см<sup>3</sup> плавает на поверхности воды. На какой глубине его можно утопить, погружая в воду вверх дном?

О т в е т:  $h \geq 4,4$  м.

№ 284\*. Посередине откачанной и запаянной с обеих сторон горизонтальной трубки длиной 1 м находится столбик ртути длиной 20 см. Если трубку поставить вертикально, то столбик ртути переместится вниз на расстояние 10 см. До какого давления откачана трубка?

О т в е т: 0,05 МПа.

№ 285. Сплошной однородный шар, объем которого  $V$ , а плотность  $\rho$ , плавает на границе двух несмешивающихся жидкостей, плотности которых  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Какая часть объема шара будет находиться в верхней, а какая в нижней жидкости, если  $\rho_1 < \rho < \rho_2$ ?

О т в е т:  $V_1 = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} V$ ;  $V_2 = \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} V$ .

№ 286. Два шара одинакового диаметра с массами  $m = 2$  кг и  $m = 1,6$  кг связаны нитью и равномерно падают в вертикальном положении в жидкости. Найти силу натяжения нити. Сопротивлением пренебречь.

О т в е т: 2 Н.

№ 287. Компрессор захватывает при каждом такте нагнетания 0,5 л воздуха при давлении  $P = 10^5$  Па и температуре 276 К и нагнетает его в автомобильный баллон объемом 0,5 м<sup>3</sup>. Температура воздуха в баллоне 290 К. Сколько качаний должен сделать компрессор, чтобы уменьшить площадь соприкосновения покрышки с полотном дороги на 100 см<sup>2</sup>? До этого площадь соприкосновения была равна 450 см<sup>2</sup>. колесо находится под нагрузкой 5 кН.

О т в е т: 300.

№ 288. Расплавленный свинец массой  $m_1 = 2$  кг при температуре плавления влили в сосуд, в котором находились  $m_2 = 500$  г льда при температуре  $t_2 = -10^\circ$  С. Какая температура установится в сосуде, если его теплоемкость  $C = 800$  Дж/К.

О т в е т: 0° С.

№ 289. В открытую с обоих концов U-образную трубку с площадью сечения канала  $S = 0,3 \text{ см}^2$  быстро вливают ртуть массой  $m = 121 \text{ г}$ . Определить период колебаний ртути в трубке.

О т в е т: 0,77 с.

№ 290. В воде плавает льдина в виде параллелепипеда высотой  $H = 0,5 \text{ м}$ . Льдину погружают в воду на небольшую глубину и отпускают. Определить период колебаний льдины. Силами сопротивления пренебречь.

О т в е т: 1,35 с.

№ 291. Определить период колебаний шарика, скользящего вниз и вверх по двум наклонным плоскостям (рис. 21). Трение и потери скорости при ударе не учитывать. Принять  $h = 10 \text{ см}$ ,  $\alpha = 40^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ .

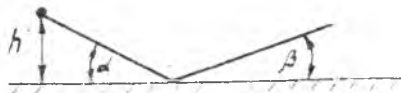


Рис. 21

О т в е т:  $\approx 1 \text{ с}$ .

№ 292. В центре диска, изготовленного из алюминия, имеется отверстие диаметром  $d_1$  при температуре  $t_1$ . На сколько градусов надо нагреть диск, чтобы в отверстие проходил цилиндр диаметром  $d$ ?

О т в е т:  $\Delta t = (d - d_1)(1 + \alpha t_1) / \alpha d_1$ .

№ 293\*. Три одинаковых заряда по  $2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$  расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд надо поместить в центре этого треугольника, чтобы результирующая сила, действующая на каждый заряд, была равна нулю?

О т в е т:  $-1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ .

№ 294. Какова напряженность поля в алюминиевом проводнике диаметром 2 мм при силе тока 10 А?

О т в е т:  $8,6 \cdot 10^{-2} \text{ В/м}$ .

№ 295. Два одинаковых маленьких шарика массой по 0,01 г подвешены на шелковых нитях длиной по 1 м так, что они касаются друг друга. Один из шариков отвели в сторону, зарядили и привели в соприкосновение с другим шариком, после чего шарики отошли друг от друга на расстояние 14 см. Определить величину заряда первого шарика до соприкосновения его с другим шариком.

О т в е т:  $7,7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ .

№ 296. Шарообразная капля ртути с зарядом  $0,8 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$  уравновешена в плоском конденсаторе. Определить радиус капли, если

известно, что расстояние между пластинами конденсатора 1 мм, а разность потенциалов 60 В.

О т в е т:  $4,4 \cdot 10^{-7}$  м.

№ 297. Алюминиевый шарик массой 9 г, несущий заряд 0,1 мкКл, помещен в масло. Определить напряженность электрического поля, если известно, что шарик плавает в масле.

О т в е т:  $\approx 5,9 \cdot 10^5$  В/м.

№ 298\*. Стационарный пучок электронов, движущихся со скоростью  $10^6$  м/с, падает на металлический изолированный шарик радиусом 1 см. Какое максимальное число электронов может накопиться на шарике?

О т в е т:  $\approx 2 \cdot 10^7$ .

№ 299. Определить стоимость получения 10 кг рафинированной меди при тарифе 36 р. за 1 кВт-ч электроэнергии, если электролиз ведется при напряжении 10 В, а КПД 80%.

О т в е т:  $\approx 10700$  р.

№ 300. Электрический звонок, сопротивление которого 2 Ом, работает от гальванического элемента с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом. Определить среднее время ежедневной работы звонка, если за месяц в элементе израсходовано 3 г цинка.

О т в е т: 495 с.

№ 301. Найти ЭДС батареи (рис. 22), если сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = R_3 = 200$  Ом. Вольтметр показывает напряжение  $U = 100$  В. Сопротивление вольтметра  $R_V = 1000$  Ом. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

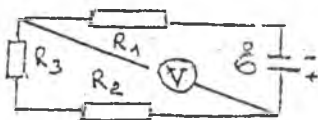


Рис. 22

О т в е т: 170 В.

№ 302. Шар радиусом  $r_1 = 6$  см заряжен до потенциала  $\varphi_1 = 300$  В, а шар радиусом  $r_2 = 4$  см - до  $\varphi_2 = 500$  В. Определить потенциал шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

О т в е т: 380 В.

№ 303. В однородном электростатическом поле с вектором напряженности  $E$ , направленным вертикально вниз, равномерно вращается шарик массой  $m$  с положительным зарядом  $q$ , подвешенный на нити. Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ . Найти силу натяжения нити.

О т в е т:  $N = (mg + qE) / \cos \alpha$ .

**№ 304.** Два шарика, имеющие одинаковые заряды, размеры и массы, подвешены на нитях одинаковой длины в одной точке и опускаются в жидкий диэлектрик, плотность которого  $d = 700 \text{ кг/м}^3$  и диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 2,4$ . Из какого материала изготовлены шарики, если углы расхождения нитей в воздухе и в диэлектрике одинаковы?

О т в е т: эбонит.

**№ 305.** В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное однородные электрические поля с напряженностью  $E_{\Gamma} = 400 \text{ В/м}$  и  $E_{\text{в}} = 300 \text{ В/м}$ , вдоль направления силовой линии результирующего электрического поля влетает электрон, скорость которого на пути  $l = 2,7 \text{ мм}$  изменяется в два раза. Определите скорость электрона в конце пути.

О т в е т:  $4 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ .

**№ 306.** Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U$ , влетает в электрическое поле отклоняющих пластин параллельно им, а затем попадает на экран, расположенный на расстоянии  $L$  от конца пластин. На какое расстояние  $h$  сместится электронный луч на экране, если на пластины, имеющие длину  $l$  и расположенные на расстоянии  $d$  друг от друга, подать напряжение  $U_1$ ?

О т в е т:  $h = U_1 l (l + 2L) / 4dU$ .

**№ 307.** Источники тока, имеющие одинаковое внутреннее сопротивление  $r = 0,5 \text{ Ом}$ , подключены к резисторам, каждый из которых имеет сопротивление  $R$  (рис. 23). ЭДС источников тока соответственно равны:  $\mathcal{E}_1 = 12 \text{ В}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 6 \text{ В}$ . Определите сопротивление  $R$ , при котором ток в цепи  $ABCD$  не течет.

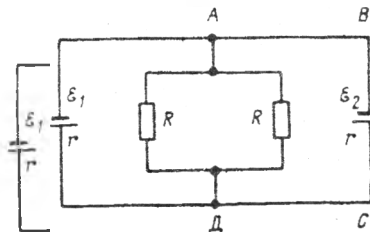


Рис. 23  
Рис. 23

О т в е т:  $1 \text{ Ом}$ .

**№ 308.** Отрицательная заряженная частица влетает в область однородного магнитного поля с индукцией  $B = 1 \text{ мТл}$ , где движется по дуге окружности радиуса  $R = 0,2 \text{ м}$ . Затем частица попадает в однородное электрическое поле, где пролетает по направлению силовой линии участок с разностью потенциалов  $U = 1 \text{ кВ}$ , при этом

скорость частицы изменяется в  $n = 3$  раза. Определите конечную скорость частицы.

О т в е т:  $\approx 3,8 \cdot 10^6$  м / с.

**№ 309.** Электрочайник имеет в нагревателе две секции. При включении первой секции вода в чайнике закипает за время  $t_1 = 10$  мин, а при включении второй секции - за время  $t_2 = 40$  мин. Через какое время закипит вода, если включить обе секции: параллельно; последовательно?

О т в е т: 8 мин, 50 мин.

**№ 310\*.** Сколько витков никелиновой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр диаметром 1,5 см, чтобы устроить кипятильник, в котором за 10 мин закипает 1,2 л воды, взятой при  $10^\circ \text{C}$ ? КПД установки 60 %, диаметр проволоки 0,2 мм, напряжение в сети 220 В.

О т в е т: 61.

**№ 311.** Какой ток создает электрон, вращающийся вокруг ядра в атоме водорода, если радиус его орбиты  $5,3 \cdot 10^{-9}$  см?

О т в е т:  $\approx 1$  мА.

**№ 312\*.** Найти сечение свинцового предохранителя, который плавится при повышении температуры проводки на  $10^\circ \text{C}$ , если известно, что проводка выполнена из медного провода с сечением  $5 \text{ мм}^2$ . Начальная температура  $20^\circ \text{C}$ .

О т в е т:  $4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .

**№ 313.** Найти количество тепла, выделяющегося каждую секунду в единице объема медного провода при плотности тока  $30 \text{ А/см}^2$ .

О т в е т:  $1,55 \text{ кВт/м}^3$ .

**№ 314\*.** Спортсмен бежит со скоростью 8 м/с на расстоянии 200 м от фотоаппарата перпендикулярно к направлению съемки. Какую минимальную выдержку должен обеспечить затвор фотоаппарата, чтобы смещение изображения на снимке не превышало 0,1 мм? Фокусное расстояние фотообъектива 5 см.

О т в е т:  $5 \cdot 10^{-2}$  с.

**№ 315\*.** При каком условии плоское зеркало может дать действительное изображение? Привести пример на такое построение.

**№ 316.** Светящаяся точка находится на главной оптической оси рассеивающей линзы. Постройте изображение точки.

**№ 317.** Постройте изображение светящейся точки в собирающей линзе, если точка находится на главной оптической оси линзы между фокусом и линзой.

**№ 318.** На рис 24  $OO$  - главная оптическая ось линзы,  $A$  - светящаяся точка,  $A'$  - ее изображение. Определить какая это линза: собирающая или рассеивающая? Сделать построение изображения в линзе.

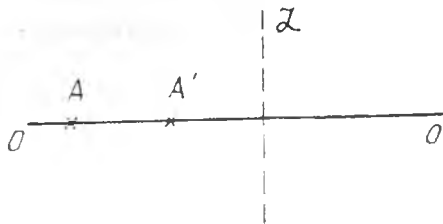


Рис. 24

**№ 319.** Линзы 1 и 2 сделаны из одного сорта стекла (рис. 25). Найти оптическую силу линзы 2, зная, что фокусное расстояние линзы 1 равно 20 см.

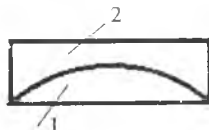


Рис. 25

О т в е т: - 5 дптр.

**№ 320.** С самолета, летящего на высоте 2,5 км, фотографируется местность. Фокусное расстояние объектива 0,5 м. Какой масштаб снимков?

О т в е т: 1 : 5000.

**№ 321.** Источник света расположен на главной оптической оси на расстоянии  $d = 0,45$  м от собирающей линзы с оптической силой  $D = 5$  дптр. За линзой, перпендикулярно оптической оси, помещено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить плоское зеркало, чтобы лучи, отраженные от него, пройдя вторично через линзу, стали параллельными?

О т в е т: 0,28 м.

**№ 322.** На некотором расстоянии от тонкой собирающей линзы помещен предмет. На экране при этом получено его четкое изображение. Линейное увеличение полученного изображения  $\Gamma_1 = 4$ . Затем предмет был удален от линзы на расстояние  $L = 5$  см от своего предыдущего положения. Передвинув экран, вновь получили четкое изображение, причем линейное увеличение стало равным  $\Gamma_2 = 2$ . Найти фокусное расстояние линзы.

О т в е т: 0,2 м.

**№ 323.** На каком расстоянии надо поместить предмет от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

О т в е т:  $4F$ .

**№ 324.** С помощью собирающей линзы получено действительное уменьшенное изображение предмета на экране. Размер предмета  $H = 6$  см, размер изображения  $h = 3$  см. Оставляя предмет и экран

неподвижными, перемещают линзу в сторону предмета и получают на экране второе четкое изображение предмета. Найти его величину.

О т в е т: 12 см.

№ 325. Светящаяся точка движется со скоростью  $V = 4$  см/с перпендикулярно главной оптической оси рассеивающей линзы. С какой скоростью движется изображение этой точки, если оптическая сила линзы  $D = -5$  дптр, а расстояние от точки до линзы, отсчитываемое по главной оптической оси, равно 0,3 м?

О т в е т:  $1,6 \cdot 10^{-2}$  м/с.

№ 326. Собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 16$  см дает резкое изображение предмета в двух положениях, расстояние между которыми  $l = 60$  см. Найти расстояние  $L$  от предмета до экрана.

О т в е т: 1 м.

№ 327. Молодой человек привык читать книгу, держа ее на расстоянии 20 см от глаза. Какова должна быть оптическая сила очков, которые должен носить молодой человек, чтобы читать книгу, держа ее на расстоянии наилучшего зрения.

О т в е т: - 1 дптр.



## СОДЕРЖАНИЕ

Рекомендации к решению задач .....	3
Примеры решения задач с анализом характерных ошибок .....	5
Задачи для самостоятельного решения .....	22
Механика .....	22
Кинематика .....	22
Основы динамики .....	25
Законы сохранения в механике .....	29
Жидкости и газы .....	31
Молекулярная физика. Тепловые явления .....	32
Основы электродинамики .....	38
Электростатика .....	38
Законы постоянного тока .....	41
Магнитное поле. Электромагнитная индукция .....	44
Колебания и волны .....	45
Механические колебания и волны .....	45
Электромагнитные колебания и волны .....	46
Оптика .....	48
Элементы теории относительности .....	52
Квантовая физика .....	52
Световые кванты .....	52
Атом и атомное ядро .....	53
Задачи повышенной сложности .....	54

Учебное издание

**ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ВУЗ**

Автор-составитель *Рогачев Николай Михайлович*

Редактор Н. С. Купринова  
Техн. редактор Г. А. Усачева  
Корректоры: Н. С. Купринова,  
Т. И. Щелоква

Подписано в печать 18.10.99 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 3,95. Усл. кр.-отт. 4,07. Уч.-изд.л. 4,25.  
Тираж 1500 экз. Заказ 127.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
им. академика С. П. Королёва.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

ИПО Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443001 Самара, ул. Молодогвардейская, 151.