А.П.Рымкевич
ФИЗИКА. ЗАДАЧНИК. 9—11 КЛ.
ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

МЕХАНИКА
Глава I. Основы кинематики 5
Глава II. Основы динамики 23
Глава III. Законы сохранения 49
Глава IV. Механические колебания и волны 62

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА
Глава V. Основы молекулярно-кинетической теории 67
Глава VI. Основы термодинамики 84

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
Глава VII. Электрическое поле 93
Глава VIII. Законы постоянного тока 105
Глава IX. Магнитное поле 115
Глава X. Электрический ток в различных средах 119
Глава XI. Электромагнитная индукция 126
Глава XII. Электромагнитные колебания 131
Глава XIII. Электромагнитные волны 138
Глава XIV. Световые волны 141
Глава XV. Элементы теории относительности 150

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА
Глава XVI. Световые кванты. Действия света 153
Глава XVII. Атом и атомное ядро 158
Приложения 167
Ответы 172
ПРЕДИСЛОВИЕ

Овладеть школьным курсом физики — это значит не только понять физические явления и закономерности, но и научиться применять их на практике. Всякое применение общих положений физики для разрешения конкретного, частного вопроса есть решение физической задачи. Умение решать задачи делает знания действенными, практически применимыми.

Приступая к решению задачи, нужно прежде всего вникнуть в смысл задачи и установить, какие физические явления и закономерности лежат в ее основе, какие из описанных в ней процессов являются главными и какими можно пренебречь. Надо выяснить, какие упрощающие положения можно ввести для решения задачи. Рассчитывая, например, время падения тела с некоторой высоты, исходят из следующих упрощений: тело считаю материальной точкой, ускорение свободного падения считают постоянным, сопротивление воздуха не учитывают. Принятые допущения отмечают при анализе задачи.

В тексте задач сборника не указывается степень точности некоторых числовых данных, устанавливающая путем прибавления справа значащих нулей. Поэтому данные, выраженные одной значащей цифрой (2 м, 0,8 А и т. д.), следует считать либо условно точными (наперед заданными), либо приближенными с той степенью точности, с которой заданы другие величины, входящие в задачу. Точность ответа не должна превышать точности исходных данных.

Используя табличные значения величин и физических постоянных, следует округлять их со степенью точности, определяемой условием конкретной задачи.

В задачах с конкретным содержанием их области: техники, сельского хозяйства, спорта, быта, а также в задачах с историческим содержанием приведены реальные паспортные, справочные или исторические данные с точностью, заданной в соответствующих источниках. Вычисления в таких задачах, естественно, становятся более громоздкими. Поэтому при их решении целесообразно пользоваться микрокалькулятором. При отсутствии микрокалькулятора данные следует округлить до двух-трех значащих цифр. Ответы на такие задачи приведены для расчетов без округления табличных величин.
Прежде чем приступить к вычислениям, следует все исходные данные выразить в одной системе единиц. В большинстве случаев задачи рекомендуется решать в Международной системе единиц (СИ). При решении задач по квантовой, атомной и ядерной физике рекомендуется пользоваться единицами, принятыми в соответствующих отраслях науки, т.е. массу выражать в атомных единицах массы, а энергию — в мегэлектронвольтах.

Многие задачи целесообразно решать устно. Это относится к большинству качественных задач, многим тренировочным, а также к задачам на исследование функциональной зависимости типа: «Во сколько раз изменится величина у при изменении величины х в n раз?».

При решении программируемых задач целесообразно прежде всего составить таблицу, в которую вносятся все данные условия задачи, физические постоянные и справочные значения величин (если они вводятся в память, а не вносятся в программу), а также искомые величины. Исходные величины рекомендуется заносить в графы таблицы в порядке их введения в память, а искомые — в порядке их вычисления. В ответах приведены возможные варианты программ для микрокалькулятора «Электроника МК-61». Следует иметь в виду, что программы могут существенно отличаться друг от друга. Это зависит от выбора порядка нахождения искомых величин, вида расчетной формулы, порядка вычислений, от того, заносятся ли постоянные и табличные величины в память или вводятся в программу.

При отсутствии микрокалькулятора, работающего в режиме программирования, каждый столбец (или строку) можно решать как обычную вычислительную задачу.

В настоящем издании у большинства задач стоит двойная нумерация в связи с добавленным задач, решение которых требует составления программ для микрокалькулятора, а также задач, отражающих современное состояние науки и техники (в скобках стоят номера задач 1988 г. издания). Программируемые задачи отмечены буквами (ПРГ), новые — (н). Задачи повышенной трудности отмечены звездочкой (*).
ГЛАВА I
ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ

1. Поступательное движение.
Материальная точка. Система отсчета.
Путь и перемещение

1. Рисунок 1 воспроизводит несколько положений работающего подъемного крана. Можно ли считать поступательным движение стрелы? груза?

![Рис. 1](image1)

![Рис. 2](image2)

2. Какие элементы аттракциона «Колесо обозрения» (рис. 2) движутся поступательно?
3. Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете:
   a) расстояния от Земли до Солнца;
   b) пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц;
   в) длины экватора Земли;
   г) скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси;
   д) скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца?
4. Указать, в каких из приведенных ниже случаях изучаемое тело можно принять за материальную точку:
   а) вычисляют давление трактора на грунт;
   б) определяют высоту поднятия ракеты;
   в) рассчитывают работу, совершенную при поднятии в горизонтальном положении плиты перекрытия известной массы на заданную высоту;
   г) определяют объем стального шарика, пользуясь измерительным цилиндром (мензуркой).

5(в). Можно ли принять за материальную точку снаряд при расчете:
   а) дальности полета снаряда;
   б) формы снаряда, обеспечивающей уменьшение сопротивления воздуха?

6(в). Можно ли принять за материальную точку железнодорожный состав длиной около 1 км при расчете пути, пройденного за несколько секунд?

7(5). На рисунке 3 изображен план футбольного поля на пришкольном участке. Найти координаты угловых флажков (O, B, C, D), мяча (E), зрителей (K, L, M).

8(6). Связите систему отсчета с классом и совместите ось X с линией пересечения поля и стены, на которой висит доска, ось Y с линией пересечения поля и наружной стены, а ось Z с линией пересечения этих стен. Найдите координаты (приблизительно) левого нижнего угла доски, правого верхнего угла стола, за которым вы сидите.

9(7). Сравните пути и перемещения вертолета и автомобиля, траектории которых показаны на рисунке 4.
10(8). Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси? самолете?
11(9). Мяч упал с высоты 8 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча.
12(10). Движущийся равномерно автомобиль сделал разворот, описав половину окружности. Сделать чертеж, на котором указать пути и перемещения автомобиля за все время разворота и за треть этого времени. Во сколько раз пути, пройденные за указанные промежутки времени, больше модулей векторов соответствующих перемещений?
13(11). На рисунке 5 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.

![Рис. 5](image)

14(12). На рисунке 6 показана траектория движения материальной точки из A в B. Найти координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.
15(13). На рисунке 7 показана траектория ABCD движения материальной точки из A в D. Найти координаты точки в начале и конце движения, пройденный путь, перемещение, проекции перемещения на оси координат.
16(14). Тело переместилось из точки с координатами \(x_1 = 0, y_1 = 2\) м в точку с координатами \(x_2 = 4\) м, \(y_2 = -1\) м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.

![Рис. 7](image)
17(15). Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 40 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 30 км. Найти путь и перемещение вертолета.

18(16). Катер прошел по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найти геометрическим построением модуль и направление перемещения.

19(17). Звено пионеров прошло сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найти геометрическим построением модуль и направление перемещения звена.

2. Прямолинейное равномерное движение

20(18). По прямолинейной автостраде (рис. 8) движутся равномерно: автобус — вправо со скоростью 20 м/с, легковой автомобиль — влево со скоростью 15 м/с и мотоциклист — влево со скоростью 10 м/с; координаты этих экипажей в момент начала наблюдения равны соответственно 500, 200 и -300 м. Написать их уравнения движения. Найти: а) координату автобуса через 5 с; б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 10 с; в) через сколько времени координата мотоциклиста будет равна -600 м; г) в какой момент времени автобус проезжал мимо дерева; д) где был легковой автомобиль за 20 с до начала наблюдения.

![Рис. 8](image)

21(19). Движение грузового автомобиля описывается уравнением \( x_1 = -270 + 12t \), а движение пешехода по обочине того же шоссе — уравнением \( x_2 = -1,5t \). Сделать полезительный рисунок (ось X направить вправо), на котором указать положение автомобиля и пешехода в момент начала наблюдения. С какими скоростями и в каком направлении они двигались? Когда и где они встретились?
22(20). По заданным графикам (рис. 9) найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел $x = x(t)$. Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.

Рис. 9

23(21). Движения двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1 = 5t$, $x_2 = 150 - 10t$. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти время и место встречи.

24(22). Графики движения двух тел представлены на рисунке 10. Написать уравнения движения $x = x(t)$. Что означают точки пересечения графиков с осями координат?

Рис. 10
25(23). По прямому шоссе в одном направлении движутся два мотоциклиста. Скорость первого мотоциклиста 10 м/с. Второй догоняет его со скоростью 20 м/с. Расстояние между мотоциклистами в начальный момент времени равно 200 м. Написать уравнения движений мотоциклистов в системе отсчета, связанной с землей, приняв за начало координат место нахождения второго мотоциклиста в начальный момент времени и выбрав за положительное направление оси X направление движения мотоциклистов. Построить на одном чертеже графики движения обоих мотоциклистов (рекомендуемые масштабы: в 1 см 100 м; в 1 см 5 с). Найти время и место встречи мотоциклистов.

26(ПРГ). В момент начала наблюдения расстояние между автобусом 1 и мотоциклистом 2 было равно $s$ и автобус проходил начало координат ($x_{01} = 0$). Проекции скоростей тел соответственно равны $v_{1x}$ и $v_{2x}$. Для каждой строки сформулировать условие задачи. Найти: 1) время $t$ встречи автобуса и мотоциклиста; 2) координату $x$ места их встречи; 3) координату $x_1'$ мотоциклиста в момент времени прохождения автобусом точки, координата которой $x_1' = s = x_{02} - x_{01}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$s$, м</th>
<th>$v_{1x}$, м/с</th>
<th>$v_{2x}$, м/с</th>
<th>$x_1'$, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>600</td>
<td>10</td>
<td>-20</td>
<td>250</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1400</td>
<td>18,6</td>
<td>-18,6</td>
<td>1400</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0</td>
<td>14</td>
<td>18</td>
<td>630</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>-283</td>
<td>-18</td>
<td>-12</td>
<td>-364</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>148</td>
<td>17</td>
<td>21</td>
<td>548</td>
</tr>
</tbody>
</table>

27(ПРГ). Уравнения движения двух тел заданы выражениями: $x_1 = x_{01} + v_{1x}t$ и $x_2 = x_{02} + v_{2x}t$. Найти время и координату места встречи тел.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$x_{01}$, м</th>
<th>$x_{02}$, м/с</th>
<th>$v_{1x}$, м/с</th>
<th>$v_{2x}$, м/с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>24</td>
<td>87</td>
<td>4,2</td>
<td>2,7</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>63</td>
<td>-12</td>
<td>-6,2</td>
<td>4,1</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0</td>
<td>-17</td>
<td>1,1</td>
<td>2,6</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>263</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>4,9</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>12</td>
<td>-12</td>
<td>2,1</td>
<td>-2,1</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1 В дальнейшем это целесообразно делать при решении всех задач по составленным программам.
3. Относительность движения

28(26). Какова траектория движения точки обода велосипедного колеса при равномерном и прямолинейном движении велосипедиста в системах отсчета, жестко связанных; а) с вращающимся колесом; б) с рамой велосипеда; в) с землей?

29. Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе метро, быть в покое в системе отсчета, связанной с землей?

30(п). На рисунке 11 помещен кадр из диафильма по сказке Г.-Х. Андерсена «Дюймовочка». Объясните физическую несостоятельность текста под кадром.

Лист кувшинки поплыл по течению. Течение было сильное, и жаба никак не могла догнать Дюймовочку.

Рис. 11

31(п)1. Скорость штормового ветра равна 30 м/с, а скорость автомобиля «Жигули» достигает 150 км/ч. Может ли автомобиль двигаться так, чтобы быть в покое относительно воздуха?

32(п). Скорость велосипедиста 36 км/ч, а скорость ветра 4 м/с. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с велосипедистом; при а) встречном ветре; б) попутном ветре?

33(31). Гусеничный трактор Т-150 движется с максимальной скоростью 18 км/ч. Найти проекции векторов скоростей верхней и нижней части гусеницы на оси \( X \) и \( X_1 \). Ось \( X \) связана с землей, ось \( X_1 \) — с трактором. Обе оси направлены по ходу движения трактора.

1 В этой и последующих задачах, если нет специальных оговорок, указана скорость в системе отсчета, связанной с землей.
34(32). Эскалатор метро движется со скоростью 0,75 м/с. Найти время, за которое пассажир переместится на 20 м относительно земли, если он сам идет в направлении движения эскалатора со скоростью 0,25 м/с в системе отсчета, связанной с эскалатором.

35(33). Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда?

36(34). Скорость движения лодки относительно воды в n раз больше скорости течения реки. Во сколько раз больше времени занимает поездка на лодке между двумя пунктами против течения, чем по течению? Решить задачу для значений n = 2 и n = 11.

37(36). Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору?

38(37). Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/с за грузовым, скорость которого 16,5 м/с. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля увидел встречный междугородный автобус, движущийся со скоростью 25 м/с. При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начинать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди грузовой на 20 м?

39(п). Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через сколько времени после потери он догонит удочку? Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения воды равна 2 м/с?

40(ПРГ). Судну (лодке, катеру и т.д.) необходимо проехать расстояние s туда и обратно один раз по реке, а другой раз по озеру. Скорость течения воды v₁. Скорость судна относительно воды v₂. На сколько больше времени займет движение по реке, чем по озеру?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>v₁, м/с</th>
<th>v₂, м/с</th>
<th>s, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>240</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,13</td>
<td>13,6</td>
<td>1410</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,27</td>
<td>3,2</td>
<td>480</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>4,2</td>
<td>4,6</td>
<td>810</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>2,1</td>
<td>2,2</td>
<td>68</td>
</tr>
</tbody>
</table>
41(40). Скорость продольной подачи резца токарного станка 12 см/мин, а поперечной подачи 5 см/мин. Какова скорость резца в системе отсчета, связанной с корпусом станка?
42(41). Вертолет летел на север со скоростью 20 м/с. С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/с?
43(42). Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катег течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с?

![Рис. 12](image)

45(ПРГ). Лодка, движущаяся со скоростью \( v_1 \) в системе отсчета, связанной с водой, должна переправиться через реку по кратчайшему пути. 1. Какой курс \(^2\) должна держать лодка, если скорость течения реки \( v_2 \)? 2. Какова скорость лодки \( v \) относительно земли? 3. Сколько времени займет переправа, если ширина реки \( s \)?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( v_1, \text{м/с} )</th>
<th>( v_2, \text{м/с} )</th>
<th>( s, \text{м} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>220</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,2</td>
<td>2,1</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>4,18</td>
<td>1,9</td>
<td>26</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>12,2</td>
<td>1,64</td>
<td>475</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>4,7</td>
<td>0</td>
<td>37,6</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\(^1\) Эти и последующие задачи данного параграфа можно решать графически.
\(^2\) Курс определяется углом \( \alpha \) между линией, проходящей через корпус лодки от носа к корме, и перпендикуляром, восстановленным к берегу реки.
46(45). В безветренную погоду вертолет двигался со скоростью 90 км/ч точно на север. Найти скорость и курс вертолета, если подул северо-западный ветер под углом 45° к меридиану. Скорость ветра 10 м/с.
47*(46). В системе отсчета, связанной с землей, трамвай движется со скоростью \( v = 2,4 \text{ м/с} \) (рис. 13), а три пешехода — с одинаковыми по модулю скоростями \( v_1 = v_2 = v_3 = 1 \text{ м/с} \). Найти а) модули скоростей пешеходов в системе отсчета, связанной с трамваем; б) проекции векторов скоростей пешеходов на оси координат в этой системе отсчета.

4. Скорость при прямолинейном равномерном движении

48*. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью \( v_1 = 10 \text{ м/с} \), а вторую половину пути со скоростью \( v_1 = 15 \text{ м/с} \). Найти среднюю скорость на всем пути. Доказать, что средняя скорость меньше среднего арифметического значений \( v_1 \) и \( v_2 \).

49. На рисунке 14 воспроизведено со стробоскопической фотографии движение шарика. Найти среднюю скорость движения шарика на участке \( AB \) и мгновенную скорость в точке \( C \), зная, что частота съемки 50 раз в 1 с. Натуральная длина спицового коробка, изображенного на фотографии, равна 50 мм. Движение по горизонтальному участку считать равномерным.

![Рис. 13](image1.png)

![Рис. 14](image2.png)

50\(^1\). При ударе кузнецкого молота по заготовке ускорение при торможении молота было по модулю равно 200 \text{ м/с}^2.

---

\(^1\) В задачах этого и последующего параграфа считать движение равноускоренным и прямолинейным. Если нет специальных оговорок, то полагать, что движение происходит вдоль оси \( X \), положительное направление которой совпадает с направлением движения в начальный момент времени.
Сколько времени длится удар, если начальная скорость молота была 10 м/с?

51. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

52. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с². Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

53. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с², увеличит свою скорость с 12 до 20 м/с?

54. Зависимость скорости от времени при разгоне автомобиля задана формулой \( v_x = 0,8t \). Построить график скорости и найти скорость в конце пятой секунды.

55. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени \( v_x(t) \) и построить график этой зависимости.

56. Пользуясь графиком проекции скорости (рис. 15), найти начальную скорость, скорость в начале четвертой и в конце шестой секунд. Вычислить ускорение и написать уравнение \( v_x = v_x(t) \).

57. По заданным на рисунке 16 графикам написать уравнение \( v_x = v_x(t) \).

58. На рисунке 17 показан вектор скорости в начальный момент времени и вектор ускорения материальной точки. Написать уравнение \( v_y = v_y(t) \) и построить его график для первых 6 с движения, если \( v_0 = 30 \text{ м/с}, a = 10 \text{ м/с}^2 \). Найти скорость через 2, 3, 4 с.
59*. По графикам зависимости $a_x(t)$, приведенным на рисунке 18, $a$ и $b$, построить графики зависимости $v_x(t)$, считая, что в начальный момент времени ($t = 0$) скорость движения материальной точки равна нулю.

5. Перемещение при равноускоренном движении

60. От остановки одновременно отходят трамвай и троллейбус. Ускорение троллейбуса в два раза больше, чем трамвая. Сравнить пути, пройденные троллейбусом и трамваем за одно и то же время, и приобретенные ими скорости.

61. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 с?

62. На рисунке 19 воспроизведено со стробоскопической фотографии движение шарика по желобу из состояния покоя. Известно, что промежутки времени между двумя последовательными вспышками равны 0,2 с. На шкале указаны деления в дециметрах. Доказать, что движение шарика было равноускоренным. Найти, с каким ускорением двигался шарик. Найти скорости шарика в положениях, зафиксированных на фотографии.
63. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением 0,6 м/с², пройдет 30 м?

64. Первый вагон трогающегося от остановки поезда проходит за 3 с мимо наблюдателя, находившегося до отправления поезда у начала этого вагона. За сколько времени пройдет мимо наблюдателя весь поезд, состоящий из 9 вагонов? Промежутками между вагонами пренебречь.

65(ПРГ). Найти скорость в указанной таблице тел, приобретенную через время t, и путь s, пройденный за это время. Считать начальную скорость для всех тел равной нулю.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Тело</th>
<th>a, м/с²</th>
<th>t, с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Пассажирский лифт</td>
<td>0,62</td>
<td>3,7</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Трамвай</td>
<td>0,81</td>
<td>9,4</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Автомобиль</td>
<td>0,96</td>
<td>8,7</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Пуля в стволе автомата</td>
<td>616 000</td>
<td>0,00116</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Поезд в метро</td>
<td>1,24</td>
<td>19,1</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>Самолет при разбеге</td>
<td>1,65</td>
<td>52</td>
</tr>
</tbody>
</table>

66. К. Э. Циолковский в книге «Вне Земли», рассматривая полет ракеты, пишет: «...через 10 секунд она была от зрителя на расстоянии 5 км». С каким ускорением двигалась ракета и какую она приобрела скорость?

67. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 км/с². Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?

68. По сколько раз скорость пули в середине ствола равна меньше, чем при вылете из ствола?

69. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

70. Длина разбега при взлете самолета Ту-154 равна 1215 м, а скорость отрыва от земли 270 км/ч. Длина пробега при посадке этого самолета 710 м, а посадочная скорость 280 км/ч. Сравнить ускорения (по модулю) и время разбега и посадки.

71. При скорости $v_1 = 15$ км/ч тормозной путь автомобиля равен $a_1 = 1,5$ м. Каким будет тормозной путь $s_2$ при скорости $v_2 = 90$ км/ч? Ускорение в обоих случаях одно и то же.

72(ПРГ). Тела, указанные в таблице, начинают свое движение после прохождения пути s за время t. Найти ускорение a и начальную скорость $v_0$. 

17
<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Тело</th>
<th>s, м</th>
<th>t, с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Кузнецкий молот при ударе по заготовке</td>
<td>0,23</td>
<td>0,052</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Лифт Останкинской телевизионной башни</td>
<td>49</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Лыжник, скатившийся с горы</td>
<td>318</td>
<td>39</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Цирковой артист при падении в сетку</td>
<td>6,8</td>
<td>0,85</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Автомобиль при аварийном торможении</td>
<td>46</td>
<td>4,3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

73. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист: а) за одно и то же время; б) на одном и том же пути?

74(73). Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой \( v_x = 6t \). Написать уравнение \( x = x(t) \), если в начальный момент \((t = 0)\) движущаяся точка находилась в начале координат \((x = 0)\). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.

75(74). Уравнение движения материальной точки имеет вид \( x = 0,4t^2 \). Написать формулу зависимости \( v_x(t) \) и построить график. Показать на графике штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 4 с, и вычислить этот путь.

76(75). Уравнение движения материальной точки имеет вид \( x = -0,2t^2 \). Какое это движение? Найти координату точки через 5 с и путь, пройденный ею за это время.

77(ПРГ). Троллейбус за время \( t \) прошел путь \( s \). Какую скорость \( v \) приобрел он в конце пути и с каким ускорением \( a \) двигался, если начальная скорость движения равна \( v_0 \)?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>s, м</th>
<th>t, с</th>
<th>( v_0 ), м/с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>120</td>
<td>10</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>120</td>
<td>12</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>120</td>
<td>18</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>120</td>
<td>24</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>52</td>
<td>7,1</td>
<td>6,3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

78(77). Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с². Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?
79(78). Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

80. Уравнения движения по шоссе (см. рис. 8) велосипедиста, пешехода и бензобоя имеют вид: \(x_1 = -0,4t^2, \ x_2 = 400 - 0,6t\) и \(x_3 = -300\) (соответственно). Найти для каждого из тел: координату в момент начала наблюдения, проекции на ось \(X\) начальной скорости и ускорения, а также направление и вид движения.

Сделать пояснительный рисунок, указав положения тел при \(t = 0\) и начертить векторы скоростей и ускорений.

81. Двигения четырех материальных точек заданы следующими уравнениями (соответственно): \(x_1 = 10t + 0,4t^2; \ x_2 = 2t - t^2; \ x_3 = -4t + 2t^2; \ x_4 = -t - 6t^2\). Написать уравнение \(v_x = v_x(t)\) для каждой точки; построить графики этих зависимостей; описать движение каждой точки.

82. Написать уравнения \(x = x(t)\) для движений, графики скоростей которых даны на рисунке 16. Считать, что в начальный момент \((t = 0)\) тела находятся в начале координат \((x = 0)\).

83(ПРГ). Мальчик скатился на санках с горы длиной \(s_1\) и проехал по горизонтальному участку путь \(s_2\) до остановки. Все движение заняло время \(t\). Найти: 1) время \(t_1\) спуска; 2) время \(t_2\) торможения; 3) скорость \(v\) в конце горы; 4) ускорение \(a_1\) при спуске; 5) ускорение \(a_2\) при торможении.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>(s_1, \text{м})</th>
<th>(s_2, \text{м})</th>
<th>(t, \text{с})</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>14</td>
<td>81</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>34</td>
<td>98</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>110</td>
<td>66</td>
<td>39</td>
</tr>
</tbody>
</table>

84. Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с²; затем в течение 0,1 мин он двигался равномерно и последние 20 м — равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за всё время движения. Построить график зависимости \(v_x(t)\).

85*. Расстояние между двумя станциями поезд прошел со средней скоростью \(v_{ср} = 72 \text{ км/ч}\) за \(t = 20 \text{ мин.}\) Разгон и тор-
можение вместе длились \( t_1 = 4 \) мин, а остальное время поезд двигался равномерно. Какой была скорость \( v \) поезда при равномерном движении?\(^1\)

86. Движения двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями \( x_1 = 2t + 0,2t^2 \) и \( x_2 = 80 - 4t \). Описать картину движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 5 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.

87. В момент начала наблюдения расстояние между двумя телами равно 6,9 м. Первое тело движется из состояния покоя с ускорением 0,2 м/с\(^2\). Второе движется вслед за ним, имея начальную скорость 2 м/с и ускорение 0,4 м/с\(^2\). Написать уравнения \( x = x(t) \) в системе отсчета, в которой при \( t = 0 \) координаты тел принимают значения, соответственно равные \( x_1 = 6,9 \) м, \( x_2 = 0 \). Найти время и место встречи тел.

88*. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями \( x_1 = 15 + t^2 \) и \( x_2 = 8t \). Описать движение каждого мотоциклиста; найти время и место их встречи.

6. Равномерное движение тела по окружности

89. Частота вращения ветероколеса ветродвигателя 30 об/мин, якоря электродвигателя 1500 об/мин, барабана сепаратора 8400 об/мин, шпинделя шлифовального станка 96 000 об/мин. Вычислить их периоды.

90. Найти часоту обращения Луны вокруг Земли (см. табл. 14).

91. Скорость точек рабочей поверхности наждачного круга диаметром 300 мм не должна превышать 35 м/с. Допустима ли посадка круга на вал электродвигателя, совершающего 1400 об/мин; 2800 об/мин?

92. Частота вращения воздушного винта самолета 1500 об/мин. Сколько оборотов делает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч?

93. Период вращения платформы карусельного станка 4 с. Найти скорость крайних точек платформы, удаленных от оси вращения на 2 м.

\(^1\) Задачу целесообразно решить геометрически, построив график \( v_x = v_x(t) \) и учитывая, что пройденный путь численно равен площади фигуры, между графиком и осью абсцисс.
94(в). Диаметр передних колес трактора в 2 раза меньше, чем задних. Сравнить частоты вращения колес при движении трактора.

95(в). Скорость движения магнитной ленты магнитофона 9,58 см/с. Вычислить частоту и период вращения правой (приемной) катушки в начале и в конце прослушивания, если наименьший радиус катушки равен 2,5 см, а наибольший — 7 см.

96(в). С какой скоростью и в каком направлении должен лететь самолет по шестидесятой параллели, чтобы прибыть в пункт назначения раньше (по местному времени), чем он вылетел из пункта отправления? Возможно ли это для современных пассажирских самолетов?


98. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяется скорость движения спутника по орбите?

99. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Найти отношение скоростей концов стрелок.

100. Движение от шкива I (рис. 20) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту вращения (в об/мин) шкива IV, если шкив I делает 1200 об/мин, а радиусы шкипов \( r_1 = 8 \text{ см}, \ r_2 = 32 \text{ см}, \ r_3 = 11 \text{ см}, \ r_4 = 55 \text{ см}. \) Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.

101. Циркулярная пила имеет диаметр 600 мм. На ось пиль наложен шкив диаметром 300 мм, который приводится во вращение посредством ременной передачи от шкива диаметром 120 мм, насаженного на вал электродвигателя. Какова скорость зубьев пиль, если вал двигателя совершает 1200 об/мин?

102. Диаметр колеса велосипеда «Пенза» \( d = 70 \text{ см}, \) ведущая зубчатка имеет \( z_1 = 48 \) зубцов, а ведомая \( z_2 = 18 \) зубцов. С какой скоростью
действия велосипедист на этом велосипеде при частоте вращения педалей $n = 1$ об/с? С какой скоростью движется велосипедист на складном велосипеде «Кама» при той же частоте вращения педалей, если у этого велосипедиста соответственно $d = 50$ см, $z_1 = 48$ зубцов, $z_2 = 15$ зубцов?

103. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью 20 м/с?

104. Скорость точек экватора Солнца при его вращении вокруг своей оси равна 2 км/с. Найти период вращения Солнца вокруг своей оси и центростремительное ускорение точек экватора.

105. Период вращения молотильного барабана комбайна «Нива» диаметром 600 мм равен 0,046 с. Найти скорость точек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение.

106. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?

107. Рабочее колесо турбины Красноярской ГЭС имеет диаметр 7,5 м и вращается с частотой 93,8 об/мин. Каково центростремительное ускорение концов лопаток турбины?

108. Найти центростремительное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если автомобиль движется со скоростью 72 км/ч и при этом частота вращения колеса 8 с⁻¹.

109. Две материальные точки движутся по окружности радиусами $R_1$ и $R_2$, причем $R_1 = 2R_2$. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов.

110. Радиус рабочего колеса гидротурбины в 8 раз больше, а частота вращения в 40 раз меньше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.

111. Детский заводной автомобиль, двигаясь равномерно, прошел расстояние $s$ за время $t$. Найти частоту вращения и центростремительное ускорение точек на ободе колеса, если диаметр колеса равен $d$. При возможности конкретные данные задачи получите опытным путем.
ГЛАВА II
ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

7. Первый закон Ньютона.
Инерциальные системы отсчета. Масса тел.
Сила. Равнодействующая нескольких сил

112. Объяснить, действия каких тел компенсируются в следующих случаях: a) подводная лодка покойится в толще воды; b) подводная лодка лежит на твердом дне.

113. Паравютист спускается, двигаясь равномерно и прямоиейно. Объяснить, действия каких сил компенсируются.

114. Мальчик держит на нити шарик, наполненный водородом. Действия каких тел взаимно компенсируются, если шарик находится в состоянии покоя? Мальчик выпустил нить. Почему шарик пришел в ускоренное движение?

115. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем?

116. На горизонтальном участке пути маневровый тепловоз толкнул вагон. Какие тела действуют на вагон во время и после толчка? Как будет двигаться вагон под влиянием этих тел?

117(н). Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаев систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: a) свободно падает; b) движется равномерно вверх; в) движется ускоренно вверх; г) движется замедленно вверх; д) движется равномерно вниз.

118(н). Система отсчета связана с автомобилем. Будет ли она инерциальной, если автомобиль движется: a) равномерно и прямолинейно по горизонтальному шоссе; b) ускоренно по горизонтальному шоссе; в) равномерно, поворачивая на угол, расположенный под прямым углом; г) равномерно в гору; д) равномерно с горы; е) ускоренно с горы?

119(н). Как движется поезд, если яблоко, упавшее со столика вагона в системе отсчета вагон: a) движется по вертикали; b) отклоняется при падении вперед; в) отклоняется назад; г) отклоняется в сторону?

120(117). На стержне (рис. 21), вращающемся с некоторой частотой, два стальных шарика разных
размеров, связанные нерастяжимой нитью, не скользят вдоль стержня при определенном соотношении радиусов $R_1$ и $R_2$. Каково соотношение масс шариков, если $R_2 = 2R_1$?

121(119). Маневровый тепловоз массой 100 т толкнул по- коящийся вагон. Во время взаимодействия ускорение вагона было в 5 раз больше ускорения тепловоза. Какова масса вагона?

122(120). Найти отношение модулей ускорений двух стальных шаров во время столкновения, если радиус первого шара в 2 раза больше радиуса второго. Зависит ли ответ задачи от начальных скоростей шаров?

123(121). Найти отношение модулей ускорений двух шаров одинакового радиуса во время взаимодействия, если первый шар сделан из стали, а второй из свинца.

124(122). При столкновении двух тележек, движущихся по горизонтальной плоскости, проекция на ось $X$ вектора скорости первой тележки изменилась от 3 до 1 м/с, а проекция на ту же ось вектора скорости второй тележки изменилась от $-1$ до $+1$ м/с. Ось $X$ связана с землей, расположена горизонтально, и ее положительное направление совпадает с направлением вектора начальной скорости первой тележки. Описать движения тележек до и после взаимодействия. Сравнить массы тележек.

125(123). Два тела массами 400 и 600 г двигались друг другу навстречу и после удара остановились. Какова скорость второго тела, если первое двигалось со скоростью 3 м/с?

126(124). Вагон массой 60 т подходит к неподвижной платформе со скоростью 0,3 м/с и ударяет ее буферами, после чего платформа получает скорость 0,4 м/с. Какова масса платформы, если после удара скорость вагона уменьшилась до 0,2 м/с?

127(125). Мяч после удара футболиста летит вертикально вверх. Указать и сравнить силы, действующие на мяч: а) в момент удара; б) во время полета мяча вверх; в) во время полета мяча вниз; г) при ударе о землю.

128(126). Указать и сравнить силы, действующие на шарик в следующих случаях: а) шарик лежит на горизонтальном столе; б) шарик получает толчок от руки; в) шарик катится по столу; г) шарик летит со стола.

129(127). Человек стоит в лифте. Указать и сравнить силы, действующие на человека в следующих случаях: а) лифт непо-

---

1 В этой и последующих задачах данного параграфа речь идет о средних ускорениях, так как движение во время удара не будет равноускоренным.

24
д) лифт начинает движение вверх; в) лифт движется равномерно; г) лифт замедляет движение до остановки.

130(128). Указать и сравнить силы, действующие на автомобиль, когда он: а) стоит неподвижно на горизонтальном участке дороги; б) тягается с места; в) движется равномерно и прямолинейно по горизонтальному участку; г) двигался равномерно, проходит середину выпуклого моста; д) двигаясь равномерно, поворачивает; е) тормозит на горизонтальной дороге.

131(129). На рисунке 22 показаны силы, действующие на самолет, и направление вектора скорости в какой-то момент времени (F — сила тяги, Fо — сила лобового сопротивления, Ft — сила тяжести, Fn — подъемная сила). Как движется самолет, если: а) Ft = Fn, F = Fо; б) Ft = Fn, F > Fо; в) Ft > Fn, F = Fо; г) Ft < Fn, F = Fо?

Рис. 22

132(257). При каком соотношении сил, действующих на пузырек воздуха, поднимающегося со dna водоема, движение пузырька становится равномерным?

133(294). Может ли равнодействующая двух сил 10 и 14 Н, приложенных в одной точке, быть равной 2, 4, 10, 24, 30 Н?

134(295). Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных в одной точке, быть равной нулю?

135(295). Найти равнодействующую трех сил по 200 Н каждая, если углы между первой и второй силами и между второй и третьей силами равны 60°.

136(296). На парашютиста массой 90 кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, проекции которой на оси координат X и Y равны 300 и 500 Н. (Ось Y направлена вверх.) Найти равнодействующую всех сил.
137(297). На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кН и подъемная сила 555 кН, а в горизонтальном направлении — сила тяжести 162 кН и сила сопротивления воздуха 150 кН. Найти равнодействующую (по модулю и направлению).

138(298). Нить, на которой висит груз массой 1,6 кг, отводится в новое положение силой 12 Н, действующей в горизонтальном направлении. Найти силу натяжения нити.

8. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона

139(130). Трактор, сила тяги которого на крюке 15 кН, сообщает прицепу ускорение 0,5 м/с². Какое ускорение сообщает тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 60 кН?

140(131). Сила 60 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с². Какая сила сообщает этому телу ускорение 2 м/с²?

141(132). Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с². Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?

142(133). Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением 0,3 м/с². Какова масса груза, принято-го автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/с²?

143(134). Заполните таблицу, где a ускорение, которое приобретает тело массой m под действием силы F.

<table>
<thead>
<tr>
<th>a</th>
<th>?</th>
<th>?</th>
<th>0,4 м/с²</th>
<th>2 км/с²</th>
<th>0,1 м/с²</th>
<th>5 см/с²</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>m</td>
<td>8 кг</td>
<td>3 г</td>
<td>200 кг</td>
<td>10 г</td>
<td>?</td>
<td>?</td>
</tr>
<tr>
<td>F</td>
<td>2 Н</td>
<td>6 кН</td>
<td>?</td>
<td>?</td>
<td>20 Н</td>
<td>1 кН</td>
</tr>
</tbody>
</table>

144(134). С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?

145(135). Масса легкового автомобиля равна 2 т, а грузового 8 т. Сравнить ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового.

146(136). Мяч массой 0,5 кг после удара, для которого 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найти среднюю силу удара.

147(137). Боевая реактивная установка БМ-13 («катюша») имела длину направляющих балок 5 м, массу каждого снаряда

---

1 В задачах этого параграфа силы считать постоянными, а трение не учитывать.
42,5 кг и силу реактивной тяги 19,6 кН. Найти скорость схода снаряда с направляющей балки.

148(138). Порожнему прицепу тягач сообщает ускорение $a_1 = 0,4$ м/с$^2$, а груженому $a_2 = 0,1$ м/с$^2$. Какое ускорение сообщит тягач обоим прицепам, соединенным вместе? Силу тяги тягача считать во всех случаях одинаковой.

149(139). Под действием некоторой силы тележка, двигаясь из состояния покоя, прошла путь 40 см. Когда на тележку положили груз массой 200 г, то под действием той же силы за то же время тележка прошла из состояния покоя путь 20 см. Какова масса тележки?

150(140). На рисунке 23 дан график зависимости проекции скорости от времени тела массой 2 кг. Найти проекцию силы $(F_x)$, действующей на тело на каждом этапе движения.

Рис. 23

151(141). В известных опытах О. Герике (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полуария, из которых был выкачен воздух, впрягали шестнадцать лошадей (по восьмь к каждому полуариру). Можно ли обойтись в таком опыте меньшим количеством лошадей?

152(ин). О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравнить силы, действующие на комарина и автомобиль во время удара.

153(143). Что произойдет с космонавтом при свободном полете космического корабля, если он выпустит (без толчка) из рук массивный предмет? если он бросит его?

154(144). Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, давит на борт, и приходит в движение, если человек выйдет из лодки и будет толкать ее с такой же силой?

155(145). Барон Мюнхгаузен утверждал, что вытащил сам себя из болота за волосы. Обосновать невозможность этого.
156(146). Нарушится ли равновесие весов (рис. 24), если удлинить нить так, чтобы гиря оказалась полностью погруженной в воду, но не касалась дна? Если обрезать нить и положить гирю на дно?

Рис. 24

Рис. 26

Рис. 25

157(147). Что покажут динамометры (рис. 25), если верхний динамометр опустить так, чтобы груз объёмом 0,2 дм$^3$ оказался полностью погруженным в воду, но не касался дна сосуда?

158*(148). На одной чаше весов находится сосуд с водой, а на другой штатив, на котором подвешено алюминиевое тело массой 54 г; при этом весы находятся в равновесии (рис. 26). Если удлинить нить, погрузить тело в воду, то равновесие нарушится. Груз какой массы надо положить на правую чашу весов, чтобы восстановить равновесие?

28
9. Силы упругости. Гравитационные силы

159(в). Два мальчика растягивают резиновый жгут, прикрепив к его концам динамометры. Когда жгут удлинился на 2 см, динамометры показывали силы по 20 Н каждый. Какова жесткость жгута? Что показывают динамометры при растяжении жгута на 6 см?

160(в). Какие силы надо приложить к концам проволоки, жесткостью которой 100 кН/м, чтобы растянуть ее на 1 мм?

161(в). На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5 кН/м при поднятии вертикально вверх рыбы массой 200 г?

162(в). Спиральная цилиндрическая пружина передней подвески колес автомобиля «Жигули» имеет длину в свободном состоянии 360 мм и под действием силы 4,35 кН должна сжиматься до 230 мм. Пружина задней подвески колес имеет длину 442 мм и под действием силы 4,4 кН сжимается до 273 мм. Найти жесткость пружин.

163(151). Две пружины разной длины, скрепленные одними концами, растягивают за свободные концы руками. Пружина жесткостью 100 Н/м удлинилась на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение равно 1 см?

164(152). На рисунке 27 изображены графики зависимости удлинения от модуля приложенной силы для стальной (1) и медной (2) проволок равной длины и диаметра. Сравнить жесткости проволок.

165(153). На рисунке 28 приведен график зависимости изменения длины резинового жгута от модуля приложенной к нему силы. Найти жесткость жгута.

Рис. 27

Рис. 28
166(154). Жесткость данного куска проволоки равна $k$. Чему равна жесткость половины этого куска проволоки? Ответ обосновать.

167*(156). Жесткость одной пружины равна $k_1$, а другой $k_2$. Какова жесткость пружины ($k$), составленной из этих пружин, соединенных последовательно?

168(157). Найти удлинение буксирного троса жесткостью 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением 0,5 м/с². Трение пренебрежимо.

169(в). Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 100 м. Найти силу их взаимного притяжения.

170(158). Оценить порядок значения силы взаимного тяготения двух кораблей, удаленных друг от друга на 100 м, если масса каждого из них 10 000 т.

171(159). Найти силу гравитационного взаимодействия Земли и Луны (см. табл. 14).

172(160). Во сколько раз уменьшится сила притяжения к Земле космического корабля при его удалении от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли? Пяти радиусам Земли?

173(161). На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 100 раз меньше, чем на поверхности Земли?

174(163). Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. В какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, тело будет притягиваться ими с одинаковой силой?

175(в). Два тела одинаковой массы, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга, притягиваются с силой $F_1$. Какой станет сила притяжения $F_2$, если, не изменения расстояния между телами, половину массы первого тела перенести на второе?

176(164). Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли?

177(в). Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения 3,72 м/с². Найти массу Меркурия.

178(165). Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса — 0,11 массы Земли. Зная ускорение свободного падения на Земле, найти ускорение свободного падения на Марсе.
179(166). Сверхгигант Антарес (α Скорпиона) имеет массу, в 50 раз большую массы Солнца, а диаметр этой звезды превосходит диаметр Солнца в 328 раз. Белый карлик «40 Эридана А» имеет массу, составляющую 0,81 массы Солнца, и диаметр, равный 0,016 диаметра Солнца. Найти ускорение свободного падения на этих звездах.

180(167). Средняя плотность Венеры 5200 кг/м³, а радиус планеты 6100 км. Найти ускорение свободного падения на поверхности Венеры.

10. Сила тяжести.
Вес тела, движущегося с ускорением.
Перегрузки. Невесомость

181(в). В 1970 г. советский космический аппарат «Луноход-1» массой 750 кг достиг поверхности Луны. Найти силу тяжести, действующую на аппарат на поверхности Земли и на поверхности Луны.

182(в). На верхней смотровой площадке Останкинской телевизионной башни ускорение свободного падения на 0,1 см/с² меньше, чем у ее основания. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на человека массой 80 кг, при подъеме его на верхнюю смотровую площадку?

183(в). На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на самолет Ту-154 массой 90 т, при полете на высоте 11 км, где ускорение свободного падения равно 9,77 м/с². Ускорение свободного падения на поверхности Земли считать равным 9,81 м/с².

184(216). Космическая ракета при старте с поверхности Земли движется вертикально с ускорением 20 м/с². Найти вес летчика-космонавта в кабине, если его масса 80 кг.

185(217). Лифт Останкинской телевизионной башни разгоняется до скорости 7 м/с в течение 15 с. Стоило же времени занимает и остановка лифта. На сколько изменяется вес человека массой 80 кг в начале и конце движения лифта?

186(в). С каким ускорением a₁ надо поднимать гирю, чтобы ее вес увеличился вдвое? С каким ускорением a₂ надо ее опускать, чтобы вес уменьшился вдвое?

187(218). Космический корабль совершает мягкую посадку на Луну, двигаясь замедленно в вертикальном направлении (относительно Луны) с постоянным ускорением 8,38 м/с².
Сколько весит космонавт массой 70 кг, находящийся в этом корабле?

188(219). Определить вес мальчика массой 40 кг в положениях A и B (рис. 29), если \( R_1 = 20 \text{ м}, \ v_1 = 10 \text{ м/с}, \ R_2 = 10 \text{ м}, \ v_2 = 5 \text{ м/с}.

![Рис. 29](image)

189(222). Ракета-носитель вместе с космическим кораблем серии «Союз» имеет стартовую массу 300 т. При старте запускаются одновременно четыре двигателя первой ступени ракеты (боковые блоки), сила тяги каждого из которых 1 МН, и один двигатель второй ступени, сила тяги которого 940 кН. Какую перегрузку испытывают космонавты в начале старта?

190(в). При раскрытии парашюта скорость парапланера уменьшается с 50 до 10 м/с за 1 с. Какую перегрузку испытывает парапланерист?

191(в). Самолет выходит из пикирования, описывая в вертикальной плоскости дугу окружности радиусом 800 м, имея скорость в нижней точке 200 м/с. Какую перегрузку испытывает летчик в нижней точке траектории?

192(в). Испытывает ли бегущий человек состояния перегрузки и невесомости?

193(в). Тело брошено вертикально вверх. Когда тело находится в состоянии невесомости? Выбрать правильный ответ из следующих: а) только в верхней точке полета; б) только при движении вниз; в) только при движении вверх; г) все время полета.

194(223). Наибольшее удаление от поверхности Земли космического корабля «Восток», запущенного 12 апреля 1961 г. с первым в мире летчиком-космонавтом Ю. А. Гагариным, было 327 км. На сколько процентов сила тяжести, действовавшая на космонавта на орбите, была меньше силы тяжести, действовавшей на него на Земле? Почему космонавт находился в состоянии невесомости?

195(224). Как сравнить массы тел при свободном полете космического корабля, пользуясь рычажными весами? пружинными весами?
196(225). Можно ли в космическом корабле обрабатывать ударами "невесомый" материал "невесомый" молотком? Объяснить.
197(226). Почему тело, подброшенное на Луне, будет во время полета находиться в состоянии полной невесомости, а на Земле такое тело можно считать невесомым лишь приближенно?
198(227). С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы пассажир на мгновение оказался в состоянии невесомости?

11. Движение под действием силы тяжести по вертикали

199(182). Измерьте (или приблизительно оцените) расстояние от вытянутой горизонтально руки до пола и вычислите время падения выпущенного из руки предмета и его скорость при ударе о пол.
200(183). Найти ускорение свободного падения шарика по рисунку 30, сделанному со стробоскопической фотографии. Интервал между снимками 0,1 с, а сторона каждого квадрата сетки на фотографии в натуральную величину равна 5 см.
201(184). При свободном падении первое тело находилось в полете в два раза больше времени, чем второе. Сравнить конечные скорости тел и их перемещения.
202(185). Г. Галилей, изучая законы свободного падения (1589 г.), бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни и какова их скорость при ударе о землю?
203(186). Пловец, спрыгнув с пятиметровой вышки, погрузился в воду на глубину 2 м. Сколько времени и с каким ускорением он двигался в воде?
204(187). Тело свободно падает с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения?

1 При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывать.

2 Физика. Задачник 9–11 кл. 33
205*(188). Сколько времени падало тело, если за последние 2 с оно прошло 60 м?

206*(189). Чему равно перемещение свободно падающего тела в n-ю секунду после начала падения?

207(190). Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1 с? На сколько дольше длилось бы падение камня с этой же высоты при отсутствии начальной скорости?

208(191). Одно тело свободно падает с высоты \( h_1 \); одновременно с ним другое тело начинает движение с большей высотой \( h_2 \). Какой должна быть начальная скорость \( v_0 \) второго тела, чтобы оба тела упали одновременно?

209(192). Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

210(193). Бросьте вертикально вверх мяч. Прикинув высоту поднятия, оценил, какую скорость вы сообщили мячу.

211(194). Во сколько раз надо увеличить начальную скорость брошенного вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась в четыре раза?

212(195). Из точки, расположенной на достаточно большой высоте, одновременно брошено два тела с одинаковыми по модулю скоростями \( v_0 = 2 \text{ м/с} \): одно вертикально вверх, а другое вертикально вниз. Каким будет расстояние между телами через 1 с; 5 с; через промежуток времени, равный \( t \)?

213(196). При бросании мяча вертикально вверх мальчик сообщает ему скорость в 1,5 раза большую, чем девочка. Во сколько раз выше поднимается мяч, брошенный мальчиком?

214(197). Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели? В какую сторону отличаются реальные значения искомых величин от вычисленных?

215(198). Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через сколько времени скорость тела (по модулю) будет в три раза меньше, чем в начале подъема?

216(ПРГ). Мальчик вращает в вертикальной плоскости камень, привязанный к веревке длиною \( r \), с частотой \( v \). На какую максимальную высоту \( h \) может подняться камень после того, как мальчик отпустит веревку?
<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>$r,$ м</td>
<td>0,62</td>
<td>0,81</td>
<td>0,94</td>
<td>1,06</td>
<td>1,14</td>
</tr>
<tr>
<td>$v,$ c^{-1}</td>
<td>2,11</td>
<td>1,93</td>
<td>1,82</td>
<td>1,71</td>
<td>1,89</td>
</tr>
</tbody>
</table>

217(199). Тело брошено вертикально вверх со скоростью $20$ м/с. Написать уравнение $y = y(t)$. Найдите, через какой промежуток времени тело будет на высоте: a) $15$ м; b) $20$ м; в) $25$ м.

Указание. Ось $Y$ направить вертикально вверх; принять, что при $t = 0$ $y = 0$.


12. Движение под действием силы тяжести в случае, когда начальная скорость направлена под углом к горизонту.

Движение искусственных спутников и планет

219(в). Положите на край стола какой-либо предмет (монету, резинку) и щелчком сбросьте его на пол. Измерьте высоту стола $h$ и горизонтальную дальность полета $s$, вычислите время полета $t$ предмета и его начальную скорость $v_0$.

220(202). При выстреле из двустороннего пружинного пистолета (рис. 31) «снаряды» вылетели со скоростями $2$ и $4$ м/с. Каково расстояние между ними через $0,1$ с? Длина трубки (первоначальное расстояние между «снарядами») $10$ см.

1 При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывать. Дальность полета тела отсчитывать в горизонтальном направлении. Орбиты планет и искусственных спутников считать круговыми, а движение равномерным.
221(203). Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстояния 6 м от основания дома?

222(204). Как изменяется время и дальность полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?

223(205). Как и во сколько раз надо изменить скорость тела, брошенного горизонтально, чтобы при высоте, вдвое меньшей, получить прежнюю дальность полета?

224(206). «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту $H = 1$ м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить горизонтально на высоте $h = 64$ см? Скорость вылета «снаряда» считать в обоих случаях одинаковой. При возможности выполните эту работу. Измерив $H$ и $h$, рассчитайте горизонтальную дальность $s$ и проверьте результат на опыте.

225(207). Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м, имея после разбега горизонтально направленную скорость, равную по модулю 6 м/с. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им воды?

226(208). Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении со скоростью $v = 10$ м/с, равна высоте бросания. С какой высоты $h$ брошено тело?

227(м). В выбранной системе отсчета (рис. 32) указано положение материальной точки $A$ и ее скорость $v = 10$ м/с при $t = 0$. Написать уравнения $x = x(t)$ и $y = y(t)$, а также уравнение траектории $y = y(x)$, если $OA = 20$ м. Решив полученные уравнения, найти: а) время полета тела; б) горизонтальную дальность полета.

![Рис. 32](image1.png)

![Рис. 33](image2.png)

36
228(210). Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12 с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

229(а). Братарь, выбивая мяч от ворот (с земли), сообщил ему скорость 20 м/с, направленную под углом 50° к горизонту. Найти время полета мяча, максимальную высоту поднятия и горизонтальную дальность полета.

230*(ПРГ). Тело брошено с высоты h над поверхностью земли со скоростью v_0 под углом α к горизонту. Составить программу для 0 < α < 90°. Найти: 1) максимальную высоту поднятия над поверхностью земли H; 2) время полета t; 3) горизонтальную дальность полета s; 4) скорость при ударе о землю v.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>v_0, м/с</td>
<td>27,4</td>
<td>27,4</td>
<td>27,4</td>
<td>27,4</td>
<td>27,4</td>
<td>27,4</td>
</tr>
<tr>
<td>α, °</td>
<td>45</td>
<td>50</td>
<td>40</td>
<td>0</td>
<td>45</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>h, м</td>
<td>12,7</td>
<td>12,7</td>
<td>12,7</td>
<td>12,7</td>
<td>0</td>
<td>12,7</td>
</tr>
</tbody>
</table>

231(211). Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h. Какова дальность его полета?

232(212). Спортсмен на соревнованиях, проходивших в Осло, послал копье на 90 м 86 см. На каком расстоянии приземлилось бы копье, если бы оно было пущено с такой же скоростью и под тем же углом к горизонту в Токио? Ускорение свободного падения в Осло 9,819 м/с^2, а в Токио 9,798 м/с^2.

233*(213). Из одной точки на достаточно большой высоте одновременно брошены четыре тела с одинаковыми по модулю скоростями v_1 = v_2 = v_3 = v_4 (рис. 33). По вершинам какой фигуры будут располагаться тела во время полета?

234*(214). С балкона, расположенного на высоте 20 м, бросили мяч под углом 30° вверх от горизонта со скоростью 10 м/с. Направив Ось X вдоль поверхности земли вправо, а ось Y вдоль стены дома вверх, написать уравнения зависимости координат от времени x = x(t) и y = y(t) и уравнение траектории y = y(x). Найти: а) координаты мяча через 2 с; б) через какой промежуток времени мяч упадет на землю; в) горизонтальную дальность полета.
235*(215). На рисунке 34, сделанном со стробоскопической фотографии, показан полет шарика при выстреле из детского пружинного пистолета. Зная, что стороны квадрата клетки равны 5 см, найти: a) время полета шарика; b) интервал между вспышками; в) начальную скорость шарика.

![Рис. 34](image)

236(ПРГ). Найти ускорение свободного падения $g$ и первую космическую скорость $v$ для планет Солнечной системы, где $M$ — масса планеты, $R$ — средний радиус планеты.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Планета</th>
<th>$M$, кг</th>
<th>$R$, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Меркурий</td>
<td>$3,26 \cdot 10^{23}$</td>
<td>$2,42 \cdot 10^6$</td>
</tr>
<tr>
<td>Венера</td>
<td>$4,88 \cdot 10^{24}$</td>
<td>$6,10 \cdot 10^6$</td>
</tr>
<tr>
<td>Марс</td>
<td>$6,43 \cdot 10^{23}$</td>
<td>$3,38 \cdot 10^6$</td>
</tr>
<tr>
<td>Юпитер</td>
<td>$1,90 \cdot 10^{27}$</td>
<td>$7,13 \cdot 10^7$</td>
</tr>
<tr>
<td>Сатурн</td>
<td>$5,69 \cdot 10^{26}$</td>
<td>$6,04 \cdot 10^7$</td>
</tr>
<tr>
<td>Уран</td>
<td>$8,69 \cdot 10^{25}$</td>
<td>$2,38 \cdot 10^7$</td>
</tr>
<tr>
<td>Нептун</td>
<td>$1,04 \cdot 10^{26}$</td>
<td>$2,22 \cdot 10^7$</td>
</tr>
</tbody>
</table>


238(231). Какую скорость должен иметь искусственный спутник, чтобы обращаться по круговой орбите на высоте 600 км над поверхностью Земли? Каков период его обращения?

239(а). Радиус окружности, по которой движется Фобос (спутник планеты Марс), равен 9400 км, а период его обращения равен 7 ч 40 мин. Найти массу Марса.
240. Во сколько раз отличается скорость искусственного спутника, движущегося на высоте 21 600 км от поверхности Земли, от скорости спутника, движущегося на высоте 600 км над поверхностью? Радиус Земли принять равным 6400 км.

241(в). Сравнить скорости движения искусственных спутников Земли и Венеры при движении по орбитам, одинаково удаленным от центра планет. Масса Венеры составляет 0,815 массы Земли.

242(в). Какую скорость имеет искусственный спутник, движущийся на высоте 300 км над поверхностью Земли? Каков период его обращения?

243(233). Космический корабль имел начальный период обращения 88 мин. После проведения маневров период обращения стал равным 91 мин. Как изменились расстояние до поверхности Земли и скорость движения корабля?

13. Трение покоя. Коэффициент трения.
Сила трения скольжения.
Сила сопротивления среды

244(168). Положите на стол стальной предмет (гвоздь, перо и т.д.). На достаточно большом расстоянии от него положите магнит и постепенно приближайте магнит к предмету. Почему, несмотря на то что сила притяжения по мере приближения магнита увеличивается, тело сначала остается в покое, а затем «рывком» притягивается к магниту?

245(169). На грузовом автомобиле перевозят контейнер по горизонтальной дороге. От чего зависит и как направлена сила трения покоя, действующая на контейнер, когда автомобиль: а) покойится; б) ускоряет движение; в) движется равномерно и прямолинейно; г) двигается равномерно, поворачивает; д) тормозит. Во всех случаях контейнер покойится относительно автомобиля.

246(170). На столике в вагоне поезда лежат коробка конфет и яблоко. Почему в начале движения яблоко покатилось назад (относительно вагона), а коробка конфет осталась на месте?

247(в). С каким максимальным ускорением может двигаться достаточно мощный автомобиль, если коэффициент трения скольжения равен 0,3?

248(в). Состав какой массы может привести в движение электровоз массой 180 т, если коэффициент трения скольже-
ния колес о рельсы равен 0,2, а коэффициент сопротивления качению поезда\(^1\) равен 0,006?

249(м). При помощи динамометра ученик перемещал деревянный брусок массой 200 г по горизонтально расположенной доске\(^2\). Каков коэффициент трения, если динамометр показывал 0,6 Н?

250(173). Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой 0,5 кН. Какой массы сани с грузом может перемещать упряжка, если коэффициент трения равен 0,1?

251(174). На соревнованиях лошадей тяжелоупряжных пород одна из них перевезла груз массой 23 т. Найти коэффициент трения, если сила тяги лошади 2,3 кН.

252(175). Стальной магнит массой 50 г прилип к вертикально расположенной стальной плите. Для скольжения магнита вниз прикладывают силу 1,5 Н. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу надо приложить, чтобы перемещать магнит вертикально вверх, если коэффициент трения равен 0,2?

253(176). Два деревянных бруска массой по 1 кг каждый лежат на деревянной доске (рис. 35). Какую силу надо приложить, чтобы вытащить нижний брусок из-под верхнего? Коэффициент трения на обеих поверхностях нижнего бруска равен 0,3.

254(177). Деревянный брусок массой 2 кг тянут по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жесткостью 100 Н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.

---

\(^1\) Коэффициент сопротивления качению учитывает все виды трения (колес о дорогу, в ось и т.д.) и показывает, какую часть от силы нормального давления составляет сила сопротивления.

\(^2\) В этой и последующих задачах данного параграфа движение считать равномерным.

256(262). Вырежьте из бумаги кружок чуть меньшего диаметра, чем монета. Отпустите одновременно монету и кружок. Какое из этих тел упадет раньше? Объясните явление. Положите бумажный кружок на монету и отпустите их так, чтобы система падала монетой вниз. Опишите и объясните явление.

257(178). Почему космический корабль, отправляемый на Луну с искусственного спутника Земли, может не иметь обтекаемой формы?

258(179). Зачем, ныряя с вышки, пловец стремится войти в воду в вертикальном, а не в горизонтальном положении?

259(180). Почему легче плыть, чем бежать по дну по пояс погруженным в воду?

260(181). Автомобиль движется со скоростью \( v_1 = 72 \text{ км/ч} \) по ветру, скорость которого относительно земли равна \( v_2 = 15 \text{ м/с} \). Во сколько раз увеличится сила сопротивления воздуха при движении автомобиля с той же скоростью против ветра? Считать, что сила сопротивления воздуха прямо пропорциональна квадрату относительной скорости.

14. Движение под действием силы трения

261(235). Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 с. Найти силу трения и коэффициент трения.

262(236). Через сколько времени после начала аварийного торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 12 м/с, если коэффициент трения при аварийном торможении равен 0,4?

263(237). На участке дороги, где установлен дорожный знак, изображенный на рисунке 36, водитель применял аварийное торможение. Инспектор ГАИ обнаружил по следу колес, что тормозной путь равен 12 м. Нарушил ли водитель правила движения, если коэффициент трения (резина по сухому асфальту) равен 0,6?

264(238). Поместите на лист бумаги стакан с водой. Тяните лист по столу сначала плавно (с небольшим ускорением), затем рывком. Объясните результат опыта. С каким ускорением в надо привести в движение лист, чтобы «выдернуть» его из-под
стакана, если коэффициент трения (стекло по бумаге) равен 0,3? Изменится ли результат опыта, если стакан будет пустым?

265*(239). В кузове автомобиля лежит ящик. Когда автомобиль стал трогаться с места с ускорением 1,6 м/с², ящик остался на месте (относительно автомобиля), а при торможении с ускорением 2 м/с² ящик скользил относительно кузова. В каких пределах заключено значение коэффициента трения?

266(240). Что должен сделать водитель машины, подъезжая к кругому повороту? Почему водитель должен быть особенно внимательным в сырую погоду, во время листопада или при гололеде?

267(241). На горизонтальной дороге автомобиль делает поворот радиусом 16 м. Какова наименьшая скорость, которую может развивать автомобиль, чтобы его не занесло, если коэффициент трения колес о дорогу равен 0,4? Во сколько раз изменится эта скорость зимой, когда коэффициент трения станет меньше в 4 раза?

268(242). Найти наименьший радиус дуги для поворота автомобиля, движущегося по горизонтальной дороге со скоростью 36 км/ч, если коэффициент трения скольжения колес о дорогу 0,25.

269(243). Горизонтально расположенный диск проигрывателя вращается с частотой 78 об/мин. На него поместили небольшой предмет. Предельное расстояние от предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 7 см. Каков коэффициент трения между предметом и диском? При возможности определите этим способом коэффициент трения, поместив на диске проигрывателя ученическую резинку, спичку или монету.

15. Движение под действием нескольких сил

Движение в горизонтальном и вертикальном направлении

270(244). Брусок массой 400 г, прикрепленный к динамометру, двигают равномерно по горизонтальной поверхности. Динамометр показывает при этом 1 Н. Другой раз брусок двигали по той же поверхности с ускорением. При этом динамометр показывал 2 Н. Каким было ускорение?
271(245). Автобус, масса которого с полной нагрузкой равна 15 т, трогается с места с ускорением 0,7 м/с². Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

272(246). Электровоз при трогании с места железнодорожного состава развивает максимальную силу тяги 650 кН. Какое ускорение он сообщит составу массой 3250 т, если коэффициент сопротивления равен 0,005?

273(247). Автомобиль «Жигули» массой 1 т, трогаясь с места, достигает скорости 30 м/с через 20 с. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

274(249). Состав какой массы может возить тепловоз с ускорением 0,1 м/с² при коэффициенте сопротивления 0,005, если он развивает максимальное тяговое усилие 300 кН?

275(250). Коэффициент тяги (отношение силы тяги к силе тяжести) автомобиля к = 0,11. С каким ускорением a движется автомобиль при коэффициенте сопротивления μ = 0,06?

276(251). На рисунке 37 приведен упрощенный график изменения проекции скорости автобуса при движении между двумя остановками. Считая силу сопротивления постоянной и зная, что на участке, соответствующем отрезку BC графика, сила тяги равна нулю, найти силу тяги на участках, соответствующих отрезкам OA и AB. Масса автобуса 4 т.

![Рис. 37](image)

277(252). При каком ускорении разорвется трос при подъеме груза массой 500 кг, если максимальная сила натяжения, которую выдерживает трос не разрываясь, равна 15 кН?

278(253). Подъемный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения троса в начале подъема, если груз двигается (очень кратковременно) с ускорением 25 м/с²?
279(254). Спортсмен массой 65 кг, прыгая с десятиметровой высоты, входит в воду со скоростью 13 м/с. Найти среднюю силу сопротивления воздуха.

280(255). С высоты 25 м предмет падает в течение 2,5 с. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?

281*(256). Стальная огурец массой m поднимают из воды при помощи троса, жесткость которого равна k, с ускорением a. Плотность стали ρ₁, плотность воды ρ₂. Найти удлинение x троса. Силой сопротивления воды пренебречь.

Движение по наклонной плоскости

282*(263). На наклонной плоскости длиной 13 м и высотой 5 м лежит груз массой 26 кг. Коэффициент трения равен 0,5. Какую силу надо приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы втащить груз? чтобы стащить груз?

283(264). Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20°, если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

284(265). При проведении лабораторной работы были получены следующие данные: длина наклонной плоскости 1 м, высота 20 см, масса деревянного бруска 200 г, сила тяги, измеренная динамометром при движении бруска вверх, 1 Н. Найти коэффициент трения.

285(266). На наклонной плоскости длиной 50 см и высотой 10 см покойтся брусок массой 2 кг. При помощи динамометра, расположенного параллельно плоскости, брусок сначала втащили вверх по наклонной плоскости, а затем стащили вниз. Найти разность показаний динамометра.

286*(267). Чтобы удерживать тележку на наклонной плоскости с углом наклона α, надо приложить силу F₁, направленную вверх вдоль наклонной плоскости, а чтобы поднимать вверх, надо приложить силу F₂. Найти коэффициент сопротивления.

287(268). Наклонная плоскость расположена под углом α = 30° к горизонту. При каких значениях коэффициента трения μ тянуть по ней груз труднее, чем поднимать его вертикально?

288(269). На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу, направленную

---

1 В задачах 282—287 движение считать равномерным.
вдоль плоскости, надо приложить, чтобы удержать этот груз? тянуть равномерно вверх? тянуть с ускорением 1 м/с²? Коэффициент трения 0,2.

289(270). Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением 0,2 м/с². Найти силу тяги, если уклон¹ равен 0,02 и коэффициент сопротивления 0,04.

290(271). Поезд массой 3000 т движется вниз под уклон, равный 0,003. Коэффициент сопротивления движению равен 0,008. С каким ускорением движется поезд, если сила тяги локомотива равна: а) 300 кН; б) 150 кН; в) 90 кН?

291(272). Мотоцикл массой 300 кг начал движение из состояния покоя на горизонтальном участке дороги. Затем дорога пошла под уклон, равный 0,02. Какую скорость приобрел мотоцикл через 10 с после начала движения, если движение на горизонтальном участке заняло половину времени? Сила тяги и коэффициент сопротивления движению на всем пути постоянны и соответственно равны 180 Н и 0,04.

292(ПРГ). Автомобиль массой m, движущийся по горизонтальной дороге, подъехал к подъему с углом наклона к горизонту α, имея скорость v₀. Сила тяги автомобиля F, коэффициент сопротивления движению μ, длина подъема l. Найти: 1) ускорение автомобиля a; 2) скорость в конце подъема v; 3) время движения t.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>α, °</th>
<th>μ</th>
<th>m, t</th>
<th>F, кН</th>
<th>l, м</th>
<th>v₀, м/с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0,03</td>
<td>6,8</td>
<td>8,4</td>
<td>27</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0</td>
<td>0,41</td>
<td>6,8</td>
<td>0</td>
<td>27</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>4,2</td>
<td>0,04</td>
<td>7,2</td>
<td>9,2</td>
<td>69</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>4,2</td>
<td>0,04</td>
<td>7,2</td>
<td>8,0</td>
<td>69</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>4,2</td>
<td>0,04</td>
<td>7,2</td>
<td>6,9</td>
<td>69</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>-6,1</td>
<td>0,06</td>
<td>2,3</td>
<td>0</td>
<td>110</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>-6,1</td>
<td>0,06</td>
<td>2,3</td>
<td>1,4</td>
<td>110</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>-6,1</td>
<td>0,18</td>
<td>2,3</td>
<td>0</td>
<td>110</td>
<td>25</td>
</tr>
</tbody>
</table>

¹ Уклон измеряется отношением высоты h наклонной плоскости к ее длине l и равен синусу угла α наклона плоскости к горизонту:

\[
\frac{h}{l} = \sin \alpha.
\]

В этой и ряде других задач угол мал (\(\frac{h}{l} < 0,1\)), поэтому можно применение основных наклонной плоскости b к ее длине l считать приблизительно равным единице: \(\frac{b}{l} = \cos \alpha = 1\).
293(я). Поместите на линейке небольшой предмет (резинку, монету и т.д.) Постепенно поднимайте конец линейки, пока предмет не начнет скользить. Измерьте высоту $h$ и основание $b$ полученной наклонной плоскости и вычислите коэффициент трения.

294(273). С каким ускорением $a$ скользит брусок по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ при коэффициенте трения $\mu = 0,2$.

295*(274). В момент начала свободного падения первого тела с некоторой высоты $h$ второе тело стало скользить без трения с наклонной плоскости, имеющей ту же высоту $h$ и длину $l = nh$. Сравните конечные скорости тел у основания наклонной плоскости и время их движения.

Движение по окружности

296(275). С какой силой, направленной горизонтально, давит вагон трамвая массой 24 т на рельсы, если он движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 18 км/ч? Во сколько раз изменится эта сила, если скорость движения увеличится в 2 раза?

297(276). Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м, со скоростью 36 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост в его середине?

298(277). Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?

299(278). На конце стержня длиной 1 м укреплен груз массой 0,4 кг, приводимый во вращение в вертикальной плоскости с постоянной частотой вращения. С какой силой действует груз на стержень в верхней и нижней точках траектории при частоте вращения: a) 0,4 с$^{-1}$; b) 0,5 с$^{-1}$; в) 1 с$^{-1}$?

300(280). Велотрек имеет закругление радиусом 40 м. В этом месте он наклонен на 40$^\circ$ к горизонту. На какую скорость езды рассчитан такой наклон?

301(281). С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной плоскости, описывая дугу радиусом 100 м, если коэффициент трения резины о почву 0,4? На какой угол от вертикального положения он при этом отклоняется?

302(282). Груз, подвешенный на нити длиной $l = 60$ см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости
окружность. С какой скоростью в движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол \( \alpha = 30^\circ \)?

303*(283). На доске BA (рис. 38), равномерно вращающейся вокруг вертикальной оси O'O, укреплен на вертикальной стойке, отстающей от оси вращения на расстоянии \( d = 5 \) см, отвес. Какова частота вращения доски, если нить отвеса длиной \( l = 8 \) см отклонилась от вертикали на угол \( \alpha = 40^\circ \)?

304(284). Найти силу упругости \( F \) нити в момент, соответствующий рисунку 39, если масса груза равна \( m = 100 \) г, скорость \( v = 2 \) м/с, угол \( \alpha = 60^\circ \), длина нити \( l = 40 \) см.

Движение связанных тел

305(285). На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?

306(286). На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами \( m \) и \( 2m \). Какова будет сила натяжения нити, если: а) поддерживать ладонью груз большей массы, не давая системе двигаться; б) удерживать меньший груз; в) освободить систему?

307(287). На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,34 кг. За 2 с после начала движения каждый груз прошел путь 1,2 м. Найти ускорение свободного падения, исходя из данных опыта.

308(288). Вертолет, масса которого 27,2 т, поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 15,8 т с ускорением 0,6 м/с². Найти силу тяги вертолета и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолета.
309(289). Маневровый тепловоз массой 100 т тянет два вагона массой по 50 т каждый с ускорением 0,1 м/с². Найти силу тяги тепловоза и силу натяжения сцепок, если коэффициент сопротивления движению равен 0,006.

310(290). Брусок массой 400 г под действием груза массой 100 г (рис. 40) проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 с. Найти коэффициент трения.

311*(291). Электровоз тянет состав, состоящий из n одинаковых вагонов, с ускорением a. Найти силу натяжения сцепки между k-м (считая от начала состава) и (k + 1)-м вагонами, если масса каждого вагона m, а коэффициент сопротивления μ.

312*(292). С каким ускорением а движется система, изображенная на рисунке 41, если m = 1 кг и коэффициент трения μ = 0,2? Какова сила натяжения F_{n1} нити, связывающей тела I и II, и сила натяжения F_{n2} нити, связывающей тела II и III?

313(ПРГ). С каким ускорением а движутся связанные тела (рис. 42) и какова сила натяжения нити Ф? Трением пренебречь. Составить программу для условия: если тело массой m_2 движется вправо (вниз), то α > 0.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>m_2, кг</td>
<td>0,27</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
</tr>
<tr>
<td>β, °</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>90</td>
<td>90</td>
<td>90</td>
<td>48</td>
<td>48</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>m_1, кг</td>
<td>0,19</td>
<td>0,27</td>
<td>0,27</td>
<td>0,27</td>
<td>0,27</td>
<td>0,27</td>
<td>0,19</td>
<td>0,19</td>
</tr>
<tr>
<td>α, °</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>0</td>
<td>90</td>
<td>11</td>
<td>0</td>
<td>48</td>
<td>90</td>
</tr>
</tbody>
</table>
ГЛАВА III

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

16. Импульс тела.
Изменение импульса.
Закон сохранения импульса

314(в). Найти импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с.

315(в). С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?

316(341). Два тела одинакового объема — стальное и свинцовое — движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел.


318(343). Шарик массой 100 г свободно упал на горizontalную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найти изменение импульса при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился 0,05 с, а упругий 0,01 с.

319(в). Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,025 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,04 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае.

1 Если в задаче требуется найти изменение импульса тела, необходимо сделать чертеж, на котором геометрическим построением нужно определить направление вектора изменения импульса.

2 При абсолютно упругом ударе тела после взаимодействия движутся как одно целое; часть механической энергии превращается во внутреннюю. При абсолютно неупругом ударе тела после взаимодействия полностью восстанавливают свою форму; полная механическая энергия тел сохраняется.
320(344). Движение материальной точки описывается уравнением \( x = 5 - 8t + 4t^2 \). Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени, а также силу, вызванную это изменение импульса.

321(345). Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 60°. Найти изменение импульса, если удар абсолютно упругий, и угол отражения равен углу падения.

322(346). Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.

323(ПРГ). Тело массой \( m_1 \), проекция скорости которого на ось \( X \) равна \( v_{1x} \), взаимодействует с телом массой \( m_2 \), проекция скорости которого \( v_{2x} \). Найти проекцию скорости тел после взаимодействия \( v_x \), если они стали двигаться как одно целое. Траектория движения тел совпадает с осью \( X \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( m_1, \text{ кг} )</th>
<th>( v_{1x}, \text{ м/с} )</th>
<th>( m_2, \text{ кг} )</th>
<th>( v_{2x}, \text{ м/с} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,8</td>
<td>4</td>
<td>0,8</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,8</td>
<td>2</td>
<td>0,8</td>
<td>-2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,673</td>
<td>-21,4</td>
<td>0,824</td>
<td>11,2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,673</td>
<td>-21,4</td>
<td>0,824</td>
<td>-11,2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>21400</td>
<td>8,26</td>
<td>0,11</td>
<td>-11,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

324(350). Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

325(в). С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, прыгает мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает: a) с кормы со скоростью 4 м/с; b) с носа со скоростью 2 м/с; в) с носа со скоростью 6 м/с?

1 В этой и последующих задачах данной главы скорости тел, если нет специальных оговорок, указаны относительно земли, а силы трения не учитываются.

50
326*(353). С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом 60° к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна?

327*(354). Вильярдный шар 1, двигающийся со скоростью 10 м/с, ударил о покоящийся шар 2 такой же массы. После удара шарики разошлись так, как показано на рисунке 43. Найти скорость шаров после удара.

328*(н). На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек пойдет по тележке со скоростью 1 м/с относительно тележки?

17. Механическая работа.
   Кинетическая и потенциальная энергия

329(н). Какую работу совершает сила тяжести, действующая на дождевую каплю массой 20 мг, при её падении с высоты 2 км?

330(355). Башенный кран поднимает в горизонтальном положении стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см² на высоту 12 м. Какую полезную работу совершает кран?

331(356). Какую работу совершает человек при поднятии груза массой 2 кг на высоту 1 м с ускорением 3 м/с²?

332(357). В воде с глубины 5 м поднимают до поверхности камень объемом 0,6 м³. Плотность камня 2500 кг/м³. Найти работу по подъему камня.

333(359). Сплавщик передвигает багром плот, прилагая к багру силу 200 Н. Какую работу совершает сплавщик, переместив плот на 10 м, если угол между направлением силы и направлением перемещения 45°?

334(360). Автомобиль массой 10 т движется с выключенными двигателями под уклон по дороге, составляющей с горизонтом угол, равный 4°. Найти работу силы тяжести на пути 100 м.
335(я). Сравнить работы свободно падающего тела за первую и вторую половины времени падения.

336(367). Мальчик бросил мяч массой 100 г вертикально вверх и поймал его в точке бросания. Мяч достиг высоты 5 м. Найти работу силы тяжести при движении мяча: а) вверх; б) вниз; в) на всем пути.

337(370). Какую работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной 10 м поднять ведро с водой массой 8 кг на тросе, каждый метр которого имеет массу 400 г?

338(я). Под действием двух взаимно перпендикулярных сил 30 и 40 Н тело переместилось на 10 м. Найти работу каждой силы в отдельности и работу равнодействующей силы.

339(я). Масса футбольного мяча в 3 раза больше, а скорость в три раза меньше хоккейной шайбы. Сравнить их кинетические энергии.

340(361). Какова кинетическая энергия космического корабля «Союз» при движении по орбите со скоростью 7,8 км/с, если масса корабля 6,6 т?

341(363). Скорость свободно падающего тела массой 4 кг на некотором пути увеличилась с 2 до 8 м/с. Найти работу силы тяжести на этом пути.

342(364). Масса самосвала в 18 раз больше массы легкового автомобиля, а скорость самосвала в 6 раз меньше скорости легкового автомобиля. Сравнить импульсы и кинетические энергии этих автомобилей.

343(365). Импульс тела равен 8 кг·м/с, а кинетическая энергия 16 Дж. Найти массу и скорость тела.

344*(366). Шарик массой $m = 100$ г, подвешенный на нити длиной $l = 40$ см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия $E_k$ шарика, если в время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 60^\circ$?

345(я). На какой высоте потенциальная энергия груза массой 2 т равна 10 кДж?

346(я). Какова потенциальная энергия ударной части свинцового молота массой 300 кг, поднятого на высоту 1,5 м?

347(368). На балкон, расположенный на высоте 6 м, бросили с поверхности Земли предмет массой 200 г. Во время полета

---

1 В этой и последующих задачах считать, что на поверхности Земли потенциальная энергия равна нулю.
предмет достиг максимальной высоты 8 м от поверхности земли. Определить работу силы тяжести при полете предмета вверх, вниз и на всем пути. Найти результатирующее изменение потенциальной энергии.

348(369). Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной 2 м и массой 100 кг поставить вертикально?

349(371). На рисунке 44 приведен график зависимости между удлинением пружины и растягивающей силой. Определить потенциальную энергию пружины, растянутой на 8 см. Указать физический смысл тангенса угла α и площади треугольника под участком OA графика.

350(372). К концу сжатия пружины детского пружинного пистолета на 3 см приложенная к ней сила была равна 20 Н. Найти потенциальную энергию сжатой пружины.

351(373). Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 40 кН/м на 0,5 см?

352(374). Для растяжения пружины на 4 мм необходимо совершить работу 0,02 Дж. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину на 4 см?

353(375). Сравнить работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 до 10 Н, от 10 до 20 Н, от 20 до 30 Н.

354(376). Динамометр, рассчитанный на 40 Н, имеет пружину жесткостью 500 Н/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?
18. Закон сохранения энергии. Превращение энергии при действии силы тяжести; силы упругости; силы трения

355(1). Тело массой 0,5 кг брошено вертикально вверх со скоростью 4 м/с. Найти работу силы тяжести, изменение потенциальной энергии и изменение кинетической энергии при подъеме тела до максимальной высоты.

356(2). Найти кинетическую энергию тела массой 400 г, упавшего с высоты 2 м, в момент удара о землю.

357(2). Найти потенциальную энергию тела массой 100 г, брошенного вертикально вверх со скоростью 10 м/с, в высшей точке подъема.

358(378). Найти потенциальную и кинетическую энергию тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.

359(379). Камень брошен вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. На какой высоте $h$ кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?

360(380). Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения?

361(381). С какой начальной скоростью $v_0$ надо бросить мяч с высоты $h$, чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Считать удар о землю абсолютно упругим.

362(382). Тело брошено со скоростью $v_0$ под углом к горизонту. Определить его скорость на высоте $h$.

363(383). Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?

364(385). Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнура он не оборвался? Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур, не обрывалась, равна 550 Н.

1 В задачах 355—371 сопротивление воздуха не учитывать.
365*(386). Маятник массой \( m \) отклонен на угол \( \alpha \) от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?

366*(387). В школьном опыте с «мертвой петлей» (рис. 45) шарик массой \( m \) отпущен с высоты \( h = 3R \) (\( R \) — радиус петли). С какой силой давит шарик на опору в нижней и верхней точках петли?

Рис. 45

367*(388). Предмет массой \( m \) вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке больше, чем в верхней?

368(ПРГ). При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью \( k \) сжали на \( \Delta l \). Какую скорость \( v \) приобретет «снаряд» массой \( m \) при выстреле в горизонтальном направлении?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( k ), Н/м</th>
<th>( m ), кг</th>
<th>( \Delta l ), м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1000</td>
<td>0,045</td>
<td>0,03</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>5200</td>
<td>0,162</td>
<td>0,048</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>5200</td>
<td>0,097</td>
<td>0,048</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>5200</td>
<td>0,097</td>
<td>0,063</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>3720</td>
<td>0,097</td>
<td>0,063</td>
</tr>
</tbody>
</table>

369(390). Во сколько раз изменится скорость «снаряда» пружинного пистолета при выстреле в горизонтальном направлении: а) при увеличении сжатия пружины в 2 раза; б) при замене пружины другой, жесткостью которой в 2 раза больше; в) при увеличении массы «снаряда» в 2 раза? В каждом случае все остальные величины, от которых зависит скорость, остаются неизменными.
370(392). Найти скорость вылета снаряда-пружинного пистолета массой \( m \) при выстреле вертикально вверх, если жесткость пружины равна \( k \), а сжатие \( x \). Одинаковую ли скорость приобретет снаряд при выстреле горизонтально и вертикально вверх?

371(и). Цирковой артист массой 60 кг падает в натянутую сетку с высоты 4 м. С какой силой действует на артиста сетка, если ее прогиб равен 1 м?

372(и). Рыболовная леска длиной 1 м имеет прочность на разрыв 26 Н и жесткость 2,5 кН/м. Одн конец лески прикрепили к опоре, расположенной над полом на высоте больше 1 м, а к другому концу привязали груз массой 50 г. Груз подняли до точки подвеса и отпустили. Разорвется ли леска?

373(397). Ученик при помощи динамометра, жесткость пружины которого \( k = 100 \) Н/м, равномерно переместил деревянный брусок массой \( m = 800 \) г по доске на расстояние \( l = 10 \) см. Сравнить работу \( A_1 \) по преодолению трения с работой \( A_2 \) по растяжению пружины до начала движения бруска, если коэффициент трения \( \mu = 0,25 \).

374(398). Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением 1,4 м/с². Найти работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 10 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,02. Какую кинетическую энергию приобрел троллейбус?

375(399). На рисунке 46 дан график проекции скорости автобуса массой 20 т. Вычислить работу силы тяги, совершенную за 20 с, если коэффициент сопротивления равен 0,05. Каково изменение кинетической энергии автобуса?

![Рис. 46](image-url)
376(400). Автомобиль массой 2 т затормозил и остановился, пройдя путь 50 м. Найти работу силы трения и изменение кинетической энергии автомобиля, если дорога горизонтальна, а коэффициент трения равен 0,4.

377(ПРГ). Найти тормозной путь $s$ автомобиля, движущегося со скоростью $v$, если коэффициент трения равен $\mu$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>$\mu$</th>
<th>$v$, км/ч</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0,6</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>0,2</td>
<td>40</td>
</tr>
<tr>
<td>0,08</td>
<td>60</td>
</tr>
<tr>
<td>0,01</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>100</td>
</tr>
</tbody>
</table>

378(401). С какой скоростью двигался поезд массой 1500 т, если под действием тормозящей силы 150 кН он прошел с момента начала торможения до остановки путь 500 м?

379(н). Велосипедист, прекратив работать педалями, на горизонтальном участке пути длиной 36 м уменьшил свою скорость с 10 до 8 м/с. Найти коэффициент сопротивления. Сколько процентов кинетической энергии превратилось во внутреннюю?

380(н). С сортировочной горки скатываются два вагона — один нагруженный, другой порожний. Сравните расстояния, которые пройдут вагоны по горизонтальному участку до остановки, если коэффициенты сопротивления для обоих вагонов одинаковы.

381(406). С наклонной плоскости длиной $l$ и углом наклона $\alpha$ скользит тело. Какова скорость тела у основания плоскости, если коэффициент трения равен $\mu$?

382*(407). С горки высотой $h = 2$ м и основанием $b = 5$ м съезжают санки, которые останавливаются, пройдя горизонтальный путь $s = 35$ м от основания горки. Найти коэффициент трения, считая его одинаковым на всем пути. Определите подобным способом на опыте коэффициент трения, например между спичечным коробком и ученической линейкой.

383*(408). Для определения коэффициента трения была использована установка, изображенная на рисунке 47, а. Придерживая брусок массой $m$ рукою, подвешивают к нити грузик массой $M$, а затем отпускают брусок. Грузик опускается по высоте на $h$, перемещая при этом брусок на плоскости на рас-
стояние $l$ (рис. 47, б). Вывести формулу для расчета коэффициента трения $\mu$. При возможности проделайте такой опыт.

![Рис. 47](image)

384*(409). Санки массой 10 кг скатились с горы высотой 5 м и остановились на горизонтальном участке. Какую минимальную работу совершит мальчик, возвращая санки по линии их скатывания?

385*(410). Брусок массой $m$ (рис. 48), прикрепленный к динамометру при помощи нити, оттягивают рукой; при этом записывают показания $F$ динамометра и измеряют линейкой растяжение $x$ пружины (по шкале динамометра). Затем отпускают брусок и измеряют путь $l$, пройденный бруском до остановки. Зная $F$, $x$ и $l$, можно определить коэффициент трения $\mu$ между брусом и доской. Вывести формулу для расчета коэффициента трения. При возможности выполните работу. (Растягивать пружину надо так, чтобы после полного сокращения пружины динамометра брусок прошел еще некоторое расстояние.)

![Рис. 48](image)

386(н). Бензовоз массой 5 т подходит к подъему длиной 200 м и высотой 4 м со скоростью 15 м/с. В конце подъема скорость уменьшилась до 5 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,09. Найти: а) изменение потенциальной энергии;
б) изменение кинетической энергии; в) работу силы сопротивления; г) работу силы тяги; д) силу тяги бензовоза.

387(411). Парапланёст массой 80 кг отделился от неподвижно висящего вертолета и, пролетев до раскрытия парашюта 200 м, приобрел скорость 50 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха на этом пути.

388(404). Пуля массой 9,6 г вылетает из ствола пулемета со скоростью 825 м/с. Через 100 м скорость пули уменьшается до 746 м/с, а через 200 м — до 675 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха на первых и вторых ста метрах пути.

389(412). Самолет массой 2 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 50 м/с. Находясь на высоте 420 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе и достигает дороги аэродрома, имея скорость 30 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха во время пилирующего полета.

390(413). Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/с, а начальная скорость равна нулю?

19. Мощность. КПД.
Движение жидкостей и газов

391(415). Сила тяги сверхзвукового самолета при скорости полета 2340 км/ч равна 220 кН. Найти мощность двигателей самолета в этом режиме полета.

392(416). При скорости полета 900 км/ч все четыре двигателя самолета Ил-62 развивают мощность 30 МВт. Найти силу тяги одного двигателя в этом режиме работы.

393(417). Камень шлифовального станка имеет на рабочей поверхности скорость 30 м/с. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой 100 Н, коэффициент трения 0,2. Какова механическая мощность двигателя станка? (Потери в механизме привода не учитывать.)

394(ПРГ). Автомобиль массой m при трогании с места проходит путь s за время t. Коэффициент сопротивления движению равен μ. Найти: 1) скорость v в конце разгона; 2) приобретенную кинетическую энергию Ек; 3) работу Атр по преодолению трения; 4) среднюю полезную мощность N.
<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>s, м</th>
<th>t, с</th>
<th>m, т</th>
<th>μ</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>75</td>
<td>20</td>
<td>1,4</td>
<td>0,05</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>75</td>
<td>11,3</td>
<td>1,4</td>
<td>0,06</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>75</td>
<td>7,8</td>
<td>1,4</td>
<td>0,06</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>63</td>
<td>8,2</td>
<td>7,12</td>
<td>0,06</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>97</td>
<td>14,2</td>
<td>7,12</td>
<td>0,06</td>
</tr>
</tbody>
</table>

395(419). Трактор типа Т-150 имеет тяговую мощность (мощность на крюке) 72 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем 0,2 при коэффициенте трения 0,4?

396(420). Найти среднюю полезную мощность при разбеге самолета, предназначенного для работ в сельском и лесном хозяйстве, если масса самолета 1 t, длина разбега 300 м, ветровая скорость 30 м/с, коэффициент сопротивления 0,03.

397(ПРГ). По техническим показателям, приведенным в таблице, найти: 1) ускорение a при разбеге самолета; 2) время t разбега; 3) кинетическую энергию Ek при отрыве от земли; 4) работу A силы тяги всех двигателей при разбеге; 5) среднюю мощность при разбеге.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Технические показатели</th>
<th>Тип самолета</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Як-40</td>
</tr>
<tr>
<td>Скорость отрыва от земли v, км/ч</td>
<td>175</td>
</tr>
<tr>
<td>Длина разбега s, м</td>
<td>550</td>
</tr>
<tr>
<td>Взлетная масса m, т</td>
<td>13,7</td>
</tr>
<tr>
<td>Число двигателей n</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>Сила тяги одного двигателя F, кН</td>
<td>14,7</td>
</tr>
</tbody>
</table>

398(422). Какую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° втащить груз массой 400 кг, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением, на высоту 2 м при коэффициенте трения 0,3? Каков при этом КПД?

399(423). Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0.1.

400(424). Рассчитать, какая экономия электроэнергии может быть получена за один рейс железнодорожного состава массой 3600 т от С.-Петербурга до Владивостока (расстояние около 10 000 км), если заменить подшипники скольжения на
1. Роликовые (среднее значение коэффициента сопротивления при этом уменьшается с 0,007 до 0,0061). КПД электроосвоа равен 90%. Движение считать равномерным по горизонтальной дороге.

2. Насос, двигатель которого развивает мощность 25 кВт, поднимает 100 м³ нефти на высоту 6 м за 8 мин. Найти КПД установки.

3. Скорость течения воды в широкой части трубы 10 см/с. Какова скорость ее течения в узкой части, диаметр которой в 4 раза меньше диаметра широкой части?

4. Земснаряд вынимает 500 м³ грунта в час. Объем пульпы (грут, смешанный с водой) в 10 раз больше объема грунта. Какова скорость движения пульпы в трубе диаметром 0,6 м?

5. Если подключить шланг к выходному отверстию пылесоса и поместить в струю мяч для настольного тенниса (рис. 49), то мяч будет парить в струе и при движении шланга будет следовать за ним. Объясните явление.

6. Почему при выпуске воды из ванны над слышным отверстием образуется воронка, а иногда и воздушный канал?

7. В водопроводной трубе образовалось отверстие сечением 4 мм², из которой бьет вертикально вверх струя воды, поднимаясь на высоту 80 см. Какова утечка воды за сутки?

8. Если через трубу A (рис. 50) пропускать воздух, то при некоторой скорости его движения по трубке B будет подниматься вода, захватываясь струей воздуха и распыляться, а из трубки C воздух будет выходить пузырьками. Объяснить явление.

9. На рисунке 51 показан план части футбольного поля. В каком направлении надо сообщить вращение мячу при угловом ударе из точки A, чтобы мяч, находясь на линии ворот, при отсутствии ветра мог попасть в ворота MN?
ГЛАВА IV

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ
И ВОЛНЫ

20. Колебательное движение

409(в). Грузик, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найти период и частоту колебаний.

410(в). Частота колебаний крыльев комара 600 Гц, а период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Какое из насекомых и на сколько больше сделает при полете взмахов крыльями за 1 мин?

411(939). Амплитуда колебаний точки струны 1 мм, частота 1 кГц. Какой путь пройдет точка за 0,2 с?

412(в). Крылья пчелы, летящей за нектаром, колеблются с частотой \( v_1 = 420 \text{ Гц} \), а при полете обратно (с нектаром) — \( v_2 = 300 \text{ Гц} \). За нектаром пчела летит со скоростью \( v_1 = 7 \text{ м/с} \), а обратно со скоростью \( v_2 = 6 \text{ м/с} \). При полете в каком направлении и на сколько больше пчела сделает взмахов крыльями (\( \Delta n \)), если расстояние от улья до цветочного поля \( s = 500 \text{ м} \)?

413(в). Как привести в колебания маятник стенных часов, сообщив ему: а) потенциальную энергию; б) кинетическую энергию?

414(в). На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жесткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?

415(в). Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

416(в). Первый шар колеблется на пружине, имеющей жесткость в четыре раза большую, чем жесткость пружины, на которой колеблется второй шар такой же массы. Какой из шаров и во сколько раз дальше надо отвести от положения равновесия, чтобы максимальные скорости были одинаковыми?

1 В этой и последующих задачах колебания считать незатухающими.
417*(ПРГ). Груз массой \(m\) колеблется на пружине жесткостью \(k\) с амплитудой \(A\). Найти: 1) полную механическую энергию \(E\); 2) потенциальную энергию \(E_p\) в точке с координатой \(x\); 3) кинетическую энергию \(E_k\) в этой точке; 4) скорость прохождения грузом этой точки.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>(k, \text{Н/м})</th>
<th>(A, \text{м})</th>
<th>(x, \text{м})</th>
<th>(m, \text{кг})</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>56</td>
<td>0,042</td>
<td>0</td>
<td>0,27</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>56</td>
<td>0,042</td>
<td>0,042</td>
<td>0,27</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>56</td>
<td>0,042</td>
<td>0,031</td>
<td>0,27</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>56</td>
<td>0,042</td>
<td>0,021</td>
<td>0,47</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>38</td>
<td>0,063</td>
<td>0,051</td>
<td>0,47</td>
</tr>
</tbody>
</table>

418(ПРГ). Найти период и частоту колебаний груза массой \(m\) на пружине, жесткостью которой равна \(k\).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>(m, \text{кг})</th>
<th>(k, \text{Н/м})</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,143</td>
<td>9,22</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,211</td>
<td>12,3</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,387</td>
<td>74,3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1,44</td>
<td>166</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>1,97</td>
<td>98,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

419(952). Найти массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

420(п). Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирю массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?

421(954). Во сколько раз изменится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать 3/4 длины жгута и подвесить на оставшуюся часть тот же груз?

422(ПРГ). Найти период и частоту колебаний математического маятника, длина нити которого равна \(l\). Решить задачу при длине нити, равной: 1) 0,141 м; 2) 1 м; 3) 0,784 м; 4) 2,13 м; 5) 98 м.

423(п). Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

424(958). Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 10, а второй 30 колебаний?
425(в). Какое значение получил ученик для ускорения свободного падения при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 1 мин 34 колебания?

426(в). Как изменится ход часов с маятником на металлическом стержне при: а) повышении температуры; б) при поднятии на гору; в) при переезде из Мурманска в Ташкент?

427*(961). За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30. Найти их длины, если один из них на 32 см короче другого.

428(в). На рисунке 52 приведены графики $x(t)$ двух колебательных движений. Сравнить амплитуды, периоды и частоты колебаний.

429(945). По графику, приведенному на рисунке 53, найти амплитуду, период и частоту колебаний.

430(в). Колебания каких из приведенных ниже тел будут свободными: а) поршень в цилиндре двигателя; б) игла швейной машины; в) ветка дерева после того, как с нее слетела птица; г) струна музыкального инструмента; д) конец стрелки компаса; е) мембрана телефона при разговоре; ж) чашки рычажных весов?

431(971). Чтобы отвести качели с сидящим на них человеком на большой угол, необходимо приложить значительную силу. Почему же раскачать качели до такого же угла отклонения можно с помощью значительно меньшего усилия?

432(974). Чтобы помочь шофёру вытащить автомобиль, застрявший в грязи, несколько человек «раскачивают» автомобиль, причем толчки, как правило, производятся по команде. Безразлично ли, через какие промежутки времени подавать команду?

433(в). Спортсмен раскачивается при прыжках на батуте со строго определенной частотой. От чего зависит эта частота?
434(976). На некоторых участках дороги встречаются расслуженные на приближительно одинаковых расстояниях выбоины (это обычно отмечается соответствующим дорожным знаком). Водитель вел автомобиль по такому участку один раз порожним, а другой раз нагруженным. Сравнить скорости движения машины, при которых наступит резонансное раскачивание на рессорах.

21. Механические волны. Звук

435(1018). По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м?

436(1019). Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними горбами волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

437(1020). На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними горбами волн 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

438\(^1\)(1024). Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса 25 см. Найти частоту колебаний этих голосов.

439(1025). Частотный диапазон рояля от 90 до 9000 Гц. Найти диапазон длин звуковых волн в воздухе.

440(1026). Во время грозы человек услышал гром через 15 с после вспышки молнии. Как далеко от него произошел разряд?

441(1027). Когда наблюдатель воспринимает звук, что самолет находится в зените, он видит его под углом \( \alpha = 73^\circ \) к горизонту. С какой скоростью летит самолет?

442(1028). Мотоциклист, движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как человек, стоящий у дороги, удалил стержнем по висящему рельсу, а через 2 с услышал звук. С какой скоростью двигался мотоциклист, если он проехал мимо человека через 36 с после начала наблюдения?

\(^{1}\) Если нет специальных оговорок, считать скорость звука в воздухе 340 м/с, а в воде 1400 м/с.
443(н). Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он пришел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв?

444(ПГР). Из орудия произведен выстрел под углом $\alpha$ к горизонту. Через какое время артиллерист услышит звук разрыва снаряда, если начальная скорость равна $v_0$?

<table>
<thead>
<tr>
<th>$v_0$, м/с</th>
<th>800</th>
<th>800</th>
<th>800</th>
<th>983</th>
<th>983</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>$\alpha$, °</td>
<td>10</td>
<td>45</td>
<td>60</td>
<td>41</td>
<td>53</td>
</tr>
</tbody>
</table>

445(1030). Кто чаще взмахивает крыльышками при полете — комар или муха?

446(1031). Как на слух отличить, работает ли электродрель вхолостую или сверлит отверстие?

447(1033). Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через сколько времени человек услышит эхо?

448(1034). При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

449(1035). Почему в пустом зрительном зале звук громче и «раскатистей», чем в зале, заполненном публикой?
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
И ТЕРМОДИНАМАТИКА

ГЛАВА V
ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ
ТЕОРИИ

22. Количество вещества. Постоянная Авогадро.
Масса и размеры молекул. Основное уравнение
мOLEKUL'aryEK-kinETICHESkOY teORii

450(436). Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 5,4 кг?
451(437). Какова масса 500 моль углекислого газа?
452(438). Какой объем занимают 100 моль ртути?
453(439). Сравнить массы и объемы двух тел, сделанных соответственно из олова и свинца, если в них содержатся равные количества вещества.
454(440). Какой объем займет водород, содержащий такое же количество вещества, какое содержится в азоте объемом 2 м³? Какой объем займет кислород, содержащий такое же количество вещества? Температура и давление газов одинаковы.
455(441). Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.
456(442). Сколько молекул содержится в углекислом газе (CO₂) массой 1 г?
457(443). Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 135 г.
458(444). На изделие, поверхность которого 20 см², нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?
459(445). Зная постоянную Авогадро Nₐ, плотность ρ данного вещества и его молярную массу M, вывести формулы для расчета числа молекул в единице массы данного вещества; в единице объема; в теле массой m; в теле объемом V.

1 При решении задач этого параграфа следует пользоваться для нахождения относительной молекулярной массы таблицей Менделеева, округляя значения до двух-трех значащих цифр.
460(446). Предельно допустимая концентрация молекул паров ртути (Hg) в воздухе равна 3 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}, а ядовитого газа хлора (Cl\textsubscript{2}) — 8,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}. Найти, при какой массе каждого из веществ в одном кубическом метре воздуха появляется опасность отравления. Почему надо быть очень осторожным при обращении со ртутью?

461(447). Считая, что диаметр молекул водорода составляет около 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ м}, подсчитать, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в 1 мг этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу. Составить длину этой нити со средним расстоянием от Земли до Луны.

462(448). Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 сут. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 с?

463(449). В озеро, имеющее среднюю глубину 10 м и площадь поверхности 20 км\textsuperscript{2}, бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось в наперстке воды объемом 2 см\textsuperscript{3}, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всем объеме воды озера?

464*(а). Кристалл поваренной соли имеет кубическую форму и состоит из чередующихся ионов Na и Cl. Найти среднее расстояние \(d\) между их центрами, если плотность соли \(\rho = 2200 \text{ кг/м}^3\).

465(а). В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратическая скорость?

466(454). Сравнить давления кислорода и водорода при одинаковых концентрациях молекул и равных средних квадратических скоростях их движения.

467(455). Во сколько раз изменится давление газа при уменьшении его объема в 3 раза? Средняя скорость движения молекул остается неизменной.

468(456). Каково давление газа, если средняя квадратическая скорость его молекул 500 м/с, а его плотность 1,35 кг/м\textsuperscript{3}?

469(457). Какова средняя квадратическая скорость движения молекул газа, если, имея массу 6 кг, он занимает объем 5 м\textsuperscript{3} при давлении 200 кПа?

470(458). Найти концентрацию молекул кислорода, если давление его 0,2 МПа, а средняя квадратическая скорость молекул равна 700 м/с.

68
471(в). Используя таблицы 1 и 13 «Приложений», найти средние квадратичные скорости молекул азота и кислорода при нормальных условиях.

472(459). Найти среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа при давлении 20 кПа. Концентрация молекул этого газа при указанном давлении составляет 3 · 10^{25} м^{-3}.

473(460). Во сколько раз изменится давление одноатомного газа в результате уменьшения его объема в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии его молекул в 2 раза?

23. Энергия теплового движения молекул.
Зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры.
Скорости молекул газа

474(461). При какой температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна 6,21 · 10^{-21} Дж?

475(462). При какой температуре средняя кинетическая энергия молекул одноатомного газа будет в 2 раза больше, чем при температуре -73 ºC?

476(463). На сколько процентов увеличивается средняя кинетическая энергия молекул газа при увеличении его температуры от 7 до 35 ºC?

477(464). Определить среднюю кинетическую энергию молекул одноатомного газа и концентрацию молекул при температуре 290 К и давлении 0,8 МПа.

478(465). Найти температуру газа при давлении 100 кПа и концентрации молекул 10^{25} м^{-3}.

479(466). Практический потолок полета самолета Ту-154 равен 12 км. Во сколько раз концентрация молекул атмосферного воздуха на этой высоте меньше, чем на уровне моря? Параметры воздуха для стандартной атмосферы приведены в таблице:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Высота над уровнем моря h, м</th>
<th>Давление р, Па</th>
<th>Температура T, К</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>101 325</td>
<td>288,15</td>
</tr>
<tr>
<td>12 000</td>
<td>19 399</td>
<td>216,65</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1 Стандартная атмосфера — модель земной атмосферы, характеризуемая выведенными на основе долголетних статистических наблюдений средними значениями физических параметров состояния воздуха реальной атмосферы Земли.
480(469). Найти среднюю квадратическую скорость молекулы водорода при температуре 27 °C.

481(470). Во сколько раз средняя квадратическая скорость молекул кислорода меньше средней квадратической скорости молекул водорода, если температуры этих газов одинаковы?

482(471). При какой температуре средняя квадратическая скорость молекул азота 830 м/с?

483(472). Во сколько раз средняя квадратическая скорость молекул водяного пара в летний день при температуре 30 °C больше, чем в зимний день при температуре –30 °C?

484(473). Найти число молекул в 1 кг газа, средняя квадратическая скорость которых при абсолютной температуре T равна \( \bar{v} \).

485\(^1\)(474). Найти, во сколько раз средняя квадратическая скорость пылинки массой 1,75 \( \cdot 10^{-12} \) кг, взвешенной в воздухе, меньше средней квадратической скорости движения молекул воздуха.

486(ПГ). Зная абсолютную температуру T воздуха и давление P на различных высотах h стандартной атмосферы, найти: 1) среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул \( \bar{E} \); 2) концентрацию n молекул; 3) плотность \( \rho \) воздуха; 4) среднюю квадратическую скорость \( \bar{v} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>h, км</th>
<th>T, К</th>
<th>( \rho \cdot 10^3 ), Па</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>288</td>
<td>101</td>
</tr>
<tr>
<td>0,5</td>
<td>285</td>
<td>95,6</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>282</td>
<td>89,9</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>275</td>
<td>79,4</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>256</td>
<td>54,0</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>223</td>
<td>26,5</td>
</tr>
</tbody>
</table>

487(м). При вращении прибора Штерна с частотой 45 с\(^{-1}\) среднее смещение полоски серебра, обусловленное вращением, составляло 1,12 см. Радиусы внутреннего и внешнего цилиндров соответственно равны 1,2 и 16 см. Найти среднюю квадратическую скорость атомов серебра из данных опыта и сравнить ее с теоретическим значением, если температура накала платиновой нити равна 1500 К.

\(^1\) В этой и последующих задачах, если нет специальных оговорок, воздух считать однородным газом, значение молярной массы которого приведено в таблице.
24. Уравнения состояния идеального газа

488(477). Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объем равен 40 л?

489(478). Каково давление сжатого воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 20 л при 12 °C, если масса этого воздуха 2 кг?

490(в). В баллоне вместимостью 25 л находится смесь газов, состоящая из аргона (Ar) массой 20 г и гелия (He) массой 2 г при температуре 301 К. Найти давление смеси газов на стенки сосуда.

491(479). Найти массу природного горючего газа объемом 64 м³, считая, что объем указан при нормальных условиях. Молярную массу природного горючего газа считать равной моллярной массе метана (CH₄).

492(480). Воздух объемом 1,45 м³, находящийся при температуре 20 °C и давлении 100 кПа, превратили в жидкое состояние. Какой объем займет жидкий воздух, если его плотность 861 кг/м³?

493(482). В одинаковых баллонах при одинаковой температуре находятся водород (H₂) и углекислый газ (CO₂). Массы газов одинаковы. Какой из газов и во сколько раз производит большее давление на стенки баллона?

494(483). На рисунке 54 приведена изотерма для 1 моль газа при 260 К. Построить на одном чертеже изотермы:

a) для 1 моль газа при 390 K;
b) для 2 моль при 260 K.

495*(485). В баллоне находится газ при температуре 15 °C. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 8 °C?

496(487). Во сколько раз отличается плотность метана (CH₄) от плотности кислорода (O₂) при одинаковых условиях?

497(ПРГ). Найти плотность газа ρ при давлении p и абсолютной температуре T.
<table>
<thead>
<tr>
<th>Газ</th>
<th>( p \cdot 10^3 ) Па</th>
<th>( T ), К</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Азот</td>
<td>102</td>
<td>297</td>
</tr>
<tr>
<td>Кислород</td>
<td>310</td>
<td>510</td>
</tr>
<tr>
<td>Водород</td>
<td>41</td>
<td>243</td>
</tr>
<tr>
<td>Аргон</td>
<td>32</td>
<td>600</td>
</tr>
<tr>
<td>Воздух</td>
<td>101,3</td>
<td>273</td>
</tr>
</tbody>
</table>

498(486). На поверхности Венеры температура и атмосферное давление соответственно равны 750 К и 9120 кПа. Найти плотность атмосферы у поверхности планеты, считая, что она состоит из углекислого газа.

499(н). Какова при нормальных условиях плотность смеси газов, состоящей из азота (\( N_2 \)) массой 56 г и углекислого газа (\( CO_2 \)) массой 44 г?

500(н). В комнате площадью \( S = 20 \) м\(^2\) и высотой \( h = 2,5 \) м температура воздуха повысилась с \( T_1 = 288 \) К до \( T_2 = 298 \) К. Давление постоянно и равно \( p = 100 \) кПа. На сколько уменьшилась масса воздуха \( \Delta m \) в комнате?

501*(490). Шар объемом \( V = 0,1 \) м\(^3\), сделанный из тонкой бумаги, наполняют горячим воздухом, имеющим температуру \( T_2 = 340 \) К. Температура окружающего воздуха \( T_1 = 290 \) К. Давление воздуха \( p \) внутри шара и атмосферное давление одинаковы и равны 100 кПа. При каком значении массы \( m \) бумажной оболочки шар будет подниматься?

502(491). Газ при давлении 0,2 МПа и температуре 15 °C имеет объем 5 л. Чему равен объем газа этой массы при нормальных условиях?

503(492). Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250 °С, а объем уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

504(493). При сгорании природного газа объемом 1 м\(^3\), находящегося при нормальных условиях, выделяется энергия, равная 36 МДж. Сколько энергии выделяется при сжигании газа объемом 10 м\(^3\), находящегося под давлением 110 кПа и при температуре 7 °C?

505(494). В цилиндре дизельного двигателя автомобиля КАМАЗ-5320 температура воздуха в начале такта сжатия была 50 °C. Найти температуру воздуха в конце такта, если его объем уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз.
506(495). При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза давление газа увеличилось на 25%. Во сколько раз при этом изменился объем?

507(496). Резиновую лодку надули при температуре 7 °C до рабочего давления 108 кПа. Имеется ли опасность разрыва лодки при повышении температуры до 37 °C, если предельно допустимое давление 110,6 кПа и увеличение объема не должно превышать 4%? Что надо сделать для предотвращения опасности разрыва?

508(497). При уменьшении объема газа в 2 раза давление увеличилось на 120 кПа и абсолютная температура возросла на 10%. Каким было первоначальное давление?

25. Изопроцессы

509(499). Бак с жидкостью, над верхней поверхностью которой находит воздух, имеет в верхней крышке отверстие, плотно закрытое пробкой. Почему, если открыть кран, находящийся в нижней части бака, после вытекания некоторого объема жидкости дальнейшее ее течение прекратится? Что надо сделать, чтобы обеспечить свободное вытекание жидкости?

510(500). Во сколько раз изменится давление воздуха в цилиндре (рис. 55), если поршень переместить на 1/3: а) влево; б) вправо?

Рис. 55

511(в). При сжатии газа его объем уменьшился с 8 до 5 л, а давление повысилось на 60 кПа. Найти первоначальное давление.

512(в). При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 30 мл. Найти первоначальный объем.

513(501). Во фляжке вместимостью 0,5 л находится 0,3 л воды. Турист пьет из нее воду, плотно прижав губы к горлышку так, что во фляжку не попадает наружный воздух.

1 Если нет специальных оговорок, то при решении задач этого параграфа можно атмосферное давление принимать равным 100 кПа. В задачах 509—521 процесс считать изотермическим, в задачах 522—528 — изобарным и в задачах 529—535 — изохорным.

78
Сколько воды удастся выпить туристу, если он может понизить давление оставшегося во флаконе воздуха до 80 кПа?

514(в). Пузьрек воздуха всплывает со дна водоема. На глубине 6 м он имел объем 10 мм³. Найти объем пузырька у поверхности воды.

515(502). Водяной паук-серебрянка строит в воде воздушный домик, перенося на лапках и брюшке пузырьки атмосферного воздуха и помещая их под купол паутины, прикрепленной концами к водным растениям. Сколько рейсов надо сделать пауку, чтобы на глубине 50 см построить домик объёмом 1 см³, если каждый раз он берет 5 мм³ воздуха под атмосферным давлением?

516(503). Площадь поршня (см. рис. 55) равна 24 см², объём воздуха в цилиндре 240 см³, а давление равно атмосферному (100 кПа). Какую силу надо приложить, чтобы удерживать поршень после его смещения на 2 см: а) влево; б) вправо?

517*(ПРГ). В сосуд вместимостью V нагнетают воздух при помощи поршневого насоса, объём цилиндра которого V₀. Первональное давление воздуха в сосуде равно наружному давлению p₀. Допустимое давление в сосуде pₘₐₓ, при достижении которого открывается предохранительный клапан. Найти: 1) каким станет давление p воздуха после n качаний; 2) после скольких качаний n₁ откроется предохранительный клапан, если после заданного числа качаний давление превысит допустимое.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>V₀, л</th>
<th>n</th>
<th>V, л</th>
<th>p₀, кПа</th>
<th>pₘₐₓ, кПа</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,1</td>
<td>80</td>
<td>0,1</td>
<td>100</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,1</td>
<td>110</td>
<td>0,1</td>
<td>100</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,13</td>
<td>214</td>
<td>0,18</td>
<td>101</td>
<td>310</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,045</td>
<td>140</td>
<td>0,96</td>
<td>102</td>
<td>380</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,062</td>
<td>72</td>
<td>3,8</td>
<td>108,6</td>
<td>230</td>
</tr>
</tbody>
</table>

518(507). Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части невесовым поршнем, скользящим без трения. При застопоренном поршне обе половины заполнены газом, причем в одной из них давление в n раз больше, чем в другой. На сколько передвивается поршень, если снять стопор?
519(508). Открыть с обеих сторон стеклянную трубку длиной 60 см опускают в сосуд с ртутью на 1/3 длины. Затем, закрыв верхний конец трубки, вынимают ее из ртути. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление 76 см рт. ст.

520*(ПРГ). При атмосферном давлении, равном \( p_0 \), уровень ртути в трубке (рис. 56) был на \( h \) выше ее уровня в сосуде, а высота столба воздуха над ртутью была равна \( l \). Найти атмосферное давление \( p \) на следующий день, если уровень ртути изменился на \( x \) (при \( x > 0 \) — повысился; при \( x < 0 \) — понизился).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( p_0 ), см рт. ст.</th>
<th>( x ), см</th>
<th>( l ), см</th>
<th>( h ), см</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>75</td>
<td>1</td>
<td>71</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>75</td>
<td>-1</td>
<td>71</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>73,4</td>
<td>0,8</td>
<td>69</td>
<td>4,1</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>76,4</td>
<td>-0,9</td>
<td>47</td>
<td>6,2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>74</td>
<td>0</td>
<td>81</td>
<td>9,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

521(511). Какова плотность сжатого воздуха при 0 °C в камере колеса автомобиля, если он находится под давлением 0,17 МПа (напытный над атмосферным)?

522(512). Какой объем займет газ при 77 °C, если при 27 °C его объем был 6 л?

523(513). В классе был показан такой опыт. Стеклянный баллон (рис. 57, a), в который вставлена открыта с обоих концов трубка, нагревался на спиртовке. Затем конец трубки был опущен в воду. Вода начала подниматься по трубке и бить фонтанчиком (рис. 57, b). До какой температуры был нагрет воздух, если в баллон вошла вода, заполнившая его на 20%? Температура воздуха в классе 20 °C.

![Рис. 56](image1)

![Рис. 57](image2)
524(в). При увеличении абсолютной температуры в 1,4 раза объем газа увеличился на 40 см³. Найти первоначальный объем.

525(514). Температура воздуха в цилиндре (см. рис. 55) 7 °C. На сколько переместится поршень при нагревании воздуха на 20 К, если l = 14 см?

526(516). Какова была начальная температура воздуха, если при нагревании его на 3 К объем увеличился на 1% от первоначального?

527(517). Какова зависимость между плотностью газа и абсолютной температурой при изобарном процессе?

528(518). До какой температуры при нормальном давлении надо нагреть кислород, чтобы его плотность стала равна плотности азота при нормальных условиях?

529(520). Почему аэростаты окрашивают в серебристый цвет?

530(521). Возьмите стакан (лучше тонкостенный) и поместите его в горячую воду. Вытащите его из воды и опрокиньте вверх дном на клеенку стола, слегка придавив. Через несколько минут попробуйте снять стакан с клеенки. Почему это трудно сделать?

531(522). При температуре 27 °C давление газа в закрытом сосуде было 75 кПа. Каким будет давление при температуре -13 °C?

532(523). В нерабочем состоянии при температуре 7 °C давление газа в колбе газополной электрической лампы накаливания равно 80 кПа. Найти температуру газа в горячей лампе, если давление в рабочем режиме возрастает до 100 кПа.

533(524). Давление воздуха в автомобильной камере при температуре -13 °C было 160 кПа (избыточное над атмосферным). Каким стало давление, если в результате длительного движения автомобиля воздух в камере нагрелся до 37 °C?

534(525). При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на 140 К давление возросло в 1,5 раза?

535(526). Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения 2,5 см². До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, 12 Н? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление одинаковы и равны 100 кПа, а начальная температура равна -3 °C.
536*(528). Чем отличаются друг от друга графики зависимости давления от абсолютной температуры для газа, нагреваемого изохорно в двух сосудах, если: а) одинаковы массы газа, а вместимости сосудов различны; б) одинаковы вместимости сосудов, а массы газа различны?

537(529). На рисунке 58 представлены две изохоры для газа одной и той же массы. Как относятся объемы газа, если углы наклона изохор к оси абсцисс равны $\alpha_1$ и $\alpha_2$?

![Рис. 58](image1)

Рис. 58

![Рис. 59](image2)

Рис. 59

538(530). По графику, приведенному на рисунке 59, определить, как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2.

539*(531). На рисунке 60 представлен замкнутый цикл. Участок $CD$ соответствует изотерме. Вычертить эту диаграмму в координатах $p$, $T$ и $V$, $T$.


![Рис. 60](image3)

Рис. 60

![Рис. 61](image4)

Рис. 61

77
26. Насыщенные и ненасыщенные пары.
Зависимость температуры кипения от давления.
Влажность воздуха

541(599). Почему, если подышать себе на руку, получается ощущение тепла, а если подуть — ощущение холода?

542(600). Удельная теплота парообразования эфира значительно меньше удельной теплоты парообразования воды. Почему же смоченная эфиром рука ощущает более сильное охлаждение, чем при смачивании ее водой?

543(606). Давление водяного пара при 14 °C было равно 1 кПа. Был ли этот пар насыщенным?

544(н). Плотность водяного пара при 25 °C равна 23 г/м³. Насыщенный это пар или ненасыщенный?

545(н). В закрытом сосуде вместимостью 5 л находится насыщенный водяной пар массой 50 мг. При какой температуре пар будет насыщенным?

546(609). В цилиндрическом сосуде под поршнем, площадь которого 10 см², находится вода при 20 °C, причем поршень касается поверхности воды. Сколько воды испарится при перемещении поршня на 15 см?

547(610). В закрытом сосуде вместимостью 2 л находится насыщенный водяной пар при 20 °C. Сколько воды образуется в сосуде при понижении температуры до 5 °C?

548(611). Плотность насыщенного пара ртути при 20 °C равна 0,02 г/м³. Найти давление пара при этой температуре.

549(613). Давление насыщенного пара эфира при 0 °C равно 24,7 кПа, а при 40 °C — 123 кПа. Сравнить значения плотности пара при этих температурах.

550(н). Во сколько раз концентрация молекул насыщенного водяного пара при 50 °C больше, чем при 5 °C?

551(607). Трубка, один конец которой закрыт, наполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой (рис. 62). Вода в сосуде и трубке нагрета до температуры кипения. Что будет происходить с водой в трубке?
552(601). Можно ли считать, что при нормальном атмосферном давлении вода, находящаяся в достаточно глубоком сосуде, кипит при 100 °C?

553(605). При каком давлении вода будет кипеть при 19 °C?

554(в). В кастриле-скороварке вода кипит примерно при 120 °C. Кастрила герметично закрыта крышкой, в которой имеется клапан, выпускающий пар при давлении 90—110 кПа (сверх атмосферного). Объяснить работу кастрилы.

555(617). Образующиеся белые клубы при выдохе на морозе иногда называют паром. Правильно ли это?

556(618). Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?

557(619). Почему в морозные дни над полынью в реке образуется туман?

558(620). Если в комнате достаточно тепло и влажно, то при открывании зимой форточки образуются клубы тумана, которые в комнате опускаются, а на улице поднимаются. Объяснить явление.

559(621). Как по внешнему виду отличить в бане трубу с холодной водой от трубы с горячей?

560(622). Чем объяснить появление зимой инея на оконных стеклах? С какой стороны стекла он появляется?

561(623). Парциальное давление водяного пара в воздухе при 19 °C было 1,1 кПа. Найти относительную влажность.

562(624). В 4 м³ воздуха при температуре 16 °C находится 40 г водяного пара. Найти относительную влажность.

563(625). Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18 °C, если при 10 °C образуется роса.

564(626). Относительная влажность в комнате при температуре 16 °C составляет 65%. Как изменится она при понижении температуры воздуха на 4 К, если парциальное давление водяного пара останется прежним?

565(627). Относительная влажность воздуха вечером при 16 °C равна 55%. Выпадет ли роса, если ночь температура понизится до 8 °C?

---

1 Относительной влажностью можно считать отношение плотности водяного пара, фактически находящегося в воздухе, к плотности насыщенного пара при данной температуре.
566(628). Для осушки воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 10 л, в баллон ввели кусок хлорида кальция, который поглотил 0,13 г воды. Какова была относительная влажность воздуха в баллоне, если его температура равна 20 °C?

567(629). Днем при 20 °C относительная влажность воздуха была 60%. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура ночью понизилась до 8 °C?

568*(630). В цилиндре под поршнем находится водяной пар массой 0,4 г при температуре 290 K. Этот пар занимает объем 40 л. Как можно сделать пар насыщенным?

569(631). Сухой термометр психрометра показывает 16 °C, а влажный 8 °C. Относительная влажность, измеренная по волосному гигрометру, равна 80%. Правильны ли показания гигрометра?

570(632). Влажный термометр психрометра показывает 10 °C, а сухой 14 °C. Найти относительную влажность, парциальное давление и плотность водяного пара.


27. Поверхностное натяжение. Смачивание.

Капиллярные явления

572(634). На одном конце соломинки выдули мыльный пузырь и поднесли другой ее конец к пламени горящей свечи. Почему пламя свечи будет отклоняться при этом в сторону?

573(638). С какой силой действует мыльная пленка на проволoku AB (рис. 63), если длина проволоки 3 см? Какую работу надо совершить, чтобы переместить проволоку на 2 см?

574(639). Положите на поверхность воды спичку и коснитесь воды кусочком мыла по одну сторону вблизи спички. Объясните наблю-
даемое явление. Найдите силу, приводящую спичку в движе-
ние, если длина спички 4 см.

575(640). Какова масса капли воды, вытекающей из пиет-
тки, в момент отрыва, если диаметр отверстия пиеттки равен
1,2 мм? Считать, что диаметр шейки капли равен диаметру от-
верстия пиеттки.

576(ПРГ). Для определения коэффициента поверхностного
натяжения воды с была использована пиеттка с диаметром
выходного отверстия d. Масса n капель оказалась равной m.
Найти коэффициент поверхностного натяжения воды.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>m, г</th>
<th>n</th>
<th>d, мм</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1,9</td>
<td>40</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,1</td>
<td>51</td>
<td>1,8</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>1,64</td>
<td>37</td>
<td>1,9</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1,26</td>
<td>26</td>
<td>2,1</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>2,2</td>
<td>42</td>
<td>2,3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

577*(642). Из капельницы нака-
пали равные массы сначала холод-
ной воды, а затем горячей воды. Как
и во сколько раз изменился коэф-
фициент поверхностного натяжения
воды, если в первом случае образо-
валось 40, а во втором 48 капель?
Плотность воды считать оба раза
однаковой.

578(643). Тонкое проволочное
кольцо K диаметром 34 мм, подве-
щенное к пружине A с указателем
Z, погружают в сосуд B с водой
(рис. 64). Отметив положение указа-
теля на шкале S, медленно опуска-
ют сосуд. Пружина при этом растя-
гивается. В момент отрыва кольца
от жидкости вновь отмечают поло-
жение указателя на шкале. Какое
значение коэффициента поверхност-
ного натяжения воды получено, ес-
ли пружина растянулась на 31 мм?
Жесткость пружины 0,5 Н/м.

Рис. 64

4 Физика. Задачник 9-11 кл.
579(644). Почему маленькие капли росы на листьях некоторых растений имеют форму шариков, тогда как листья других растений роса покрывает тонким слоем?

580(645). Как объяснить происхождение народной поговорки: «Как с гуся вода»?

581(646). Почему, прежде чем покрыть штукатурку масляной краской, предварительно производят грунтовку олифой?

582(647). Резервуар одного из двух термометров психрометра обмотан полоской ткани, конец которой опущен в сосуд с водой. Почему, несмотря на непрерывное испарение воды, ткань все время остается влажной?

583(653). Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5 мм.

584(654). На какую высоту поднимется вода между параллельными пластинками, находящимися на расстоянии 0,2 мм друг от друга?

585(в). Где выше поднимается вода в капиллярах равного радиуса — у подножия высокой горы или на ее вершине?

586(в). Сравнить высоты поднятия воды и керосина в капиллярах равного радиуса.

587(в). Спирт поднялся в капиллярной трубке на 1,2 см. Найти радиус трубки.

588(649). В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

589(650). Ртутный барометр имеет диаметр трубки 8 мм. Какую поправку в показания барометра надо внести, если учитывать капиллярное опускание ртути?

590(651). Сообщающиеся капиллярные трубки разного диаметра заполнены водой. Как изменится разность уровней воды в трубках при нагревании воды?

591(652). В двух капиллярных трубках разного диаметра, опущенных в воду, установилась разность уровней 2,6 см. При опускании этих же трубок в спирт разность уровней оказалась 1 см. Зная коэффициент поверхностного натяжения воды, найти коэффициент поверхностного натяжения спирта.

28. Механические свойства твердых тел

592(656). Кубик, вырезанный из моноокристалла, нагреваясь, может превратиться в параллелепипед. Почему это возможно?
593(657). Вблизи поверхности кристалла в процессе его роста наблюдаются так называемые концентрационные потоки раствора, поднимающиеся вверх. Объяснить явление.

594(658). Что будет с кристаллом, если опустить его в непасыщеный раствор? Если опустить его в перепасыщеный раствор?

595(659). Какого вида деформации испытывают: а) ножка скамейки; б) сиденье скамейки; в) натянутая струна гитары; г) винт мясорубки; д) сверло; е) зубья пилы?

596(660). Какого вида деформации возникают в стержне, на котором крепятся дверные петли?

597(661). Какого вида деформации возникают в перекладине, когда гимнаст делает полный оборот («солдат»)?

598(662). Для чего рама велосипеда делается из полых трубок, а не из сплошных стержней?

599(663). К закрепленной одним концом проволоке диаметром 2 мм подвешен груз массой 10 кг. Найти механическое напряжение в проволоке.

600(664). Две проволоки, диаметры которых отличаются в 3 раза, подвержены действию одинаковых растягивающих сил. Сравнить возникающие в них напряжения.

601(665). Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100 см² под действием сил по 10 кН, приложенных к ее концам, сжималась на 1 см. Найти относительное сжатие и механическое напряжение.

602(666). При растяжении алюминиевой проволоки длиной 2 м в ней возникло механическое напряжение 35 МПа. Найти относительное и абсолютное удлинения.

603(667). Найти напряжение, возникающее в стальном тро-се при его относительном удлинении 0,001.

604(668). Во сколько раз абсолютное удлинение латунной проволоки больше, чем стальной (такой же длины и такого же поперечного сечения), при действии на них одинаковых растягивающих сил?

605(669). К концам стальной проволоки длиной 3 м и сечением 1 мм² приложены растягивающие силы по 210 Н каждая. Найти абсолютное и относительное удлинения.

606(670). На рисунке 65 дан график зависимости упругого напряжения, возникающего в бе-
тонной свае, от ее относительного сжатия. Найти модуль упругости бетона.

607(671). Какие силы надо приложить к концам стальной проволоки длиной 4 м и сечением 0,5 мм² для удлинения ее на 2 мм?

608(672). Во сколько раз относительное удлинение рыболовной лесы диаметром 0,2 мм больше, чем лесы диаметром 0,4 мм, если к концам лес приложены одинаковые силы?

609(673). К проволоке был подвешен груз. Затем проволоку согнули пополам и подвесили тот же груз. Сравнить абсолютное и относительное удлинения проволоки в обоих случаях.

610(674). Во сколько раз изменяется абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой — из того же материала, но имеющей вдвое большую длину и в 2 раза больший диаметр?

611(675). Диаметр капровой рыболовной лесы 0,12 мм, а разрывная нагрузка 7,5 Н. Найти предел прочности на разрыв данного сорта капрона.

612(676). Из скольких стальных проволок диаметром 2 мм должен состоять трос, рассчитанный на подъем груза массой 2 т?

613(в). При какой наименьшей длине h свинцовая проволока, подвезенная за один конец, разорвется от собственного веса?

614(в). Проволока с висящим на ней грузом массой $m_1$ имеет длину $l_1$, а при увеличении массы груза до $m_2$ длина становится $l_2$. Найти длину проволоки $l_0$ без нагрузки.

**ГЛАВА VI**

**ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ**

29. Внутренняя энергия одноатомного газа.
Работа и количество теплоты.
Первый закон термодинамики.
Адиабатный процесс

615(533). Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при 27 °C?

616(534). На сколько изменяется внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20 °C?
617(535). Сравнить внутренние энергии аргона и гелия при одинаковой температуре. Массы газов одинаковы.

618(536). Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?

619(537). Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объемом 60 м³ при давлении 100 кПа?

620(538). При уменьшении объема одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?

621(п). Сравнить внутреннюю энергию газа, находящегося в открытой колбе, до нагревания с внутренней энергией газа, оставшегося в колбе после изобарного нагревания.

622(541). В вертикально расположенном цилиндре с площадью основания 1 дм² под поршнем массой 10 кг, скользящим без трения, находится воздух. При изобарном нагревании воздуха поршень поднялся на 20 см. Какую работу совершил воздух, если наружное давление равно 100 кПа?

623(542). Температура воздуха в комнате объемом 70 м³ была 280 К. После того как протопили печь, температура поднялась до 296 К. Найти работу воздуха при расширении, если давление постоянно и равно 100 кПа.

624(543). Какую работу А совершает газ, количество вещества которого v, при изобарном повышении температуры на ΔT? (Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.)

625(545). В двух цилиндрах под подвижным поршнем находятся водород и кислород. Сравнить работы, которые совершают эти газы при изобарном нагревании, если их массы, а также начальные и конечные температуры равны.

626(ПРГ). Газ массой m изобарно нагрели на ΔT. Найти: 1) работу A, совершенную газом; 2) количество теплоты Q, сообщенное газу; 3) изменение внутренней энергии ΔU.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Газ</th>
<th>m, кг</th>
<th>ΔT, К</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Азот</td>
<td>0,51</td>
<td>81</td>
</tr>
<tr>
<td>Водород</td>
<td>0,066</td>
<td>238</td>
</tr>
<tr>
<td>Воздух</td>
<td>0,31</td>
<td>27</td>
</tr>
<tr>
<td>Гелий</td>
<td>1,1</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td>Кислород</td>
<td>0,007</td>
<td>810</td>
</tr>
</tbody>
</table>
627(547). Для изobarного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.

628(548). Удельная теплоемкость азота, когда его нагревают при постоянном давлении, равна 1,05 кДж/(кг · К), а при постоянном объеме — 0,75 кДж/(кг · К). Почему эти величины имеют разные значения? Какая совершается работа при изobarном нагревании азота массой 1 кг на 1 К?

629(549). Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27 °C, при изobarном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.

630(550). Во сколько раз количество теплоты, которое идет на нагревание газа при постоянном давлении, больше работы, совершаемой газом при расширении? Удельная теплоемкость газа при постоянном давлении $c_p$, молярная масса $M$.

631*(551). Найдя по таблицам значение удельной теплоемкости воздуха $c_p$ и зная молярную массу $M$, вычислить, во сколько раз большее количество теплоты потребуется для изobarного нагревания, чем для изохорного. Масса воздуха и разность температур в обоих случаях одинаковы.

632(в). Какое количество теплоты $Q$ надо сообщить одноатому газу, количество вещества которого $n$, для изobarного нагревания на $\Delta T$? Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.

633(553). Какая часть количества теплоты, сообщенного одноатомному газу в изobarном процессе, идет на увеличение внутренней энергии и какая часть — на совершение работы?

634(554). Доказать, что при постоянном давлении удельная теплоемкость одноатомного газа, молярная масса которого $M$, находится по формуле $c_p = \frac{5R}{2M}$. Найти удельную теплоемкость гелия при постоянном давлении.

635(555). Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?

636(556). В сосуд, на дне которого была вода, накачали воздух. Когда открыли кран и сжатый воздух вырвался наружу, сосуд заполнился водяным туманом. Почему это произошло?
637(557). Поршень перевели из положения $A$ в положение $B$ (рис. 66) в первом случае очень медленно, а во втором — очень быстро и выждали достаточное время. В обоих случаях точки $A'$ и $B'$ отражают начальное и конечное состояния. Объяснить происходящие процессы и на- чертить ход графиков.

30. Изменение внутренней энергии тел в процессе теплопередачи

638(560). На рисунке 67 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого коли- чества теплоты. Какова начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг?

639(ПРИ). В воду массой $m$ при температуре $t$ опустили металлическое тело, масса которого $m_1$ и температура $t_1$. Найти установившуюся температуру $	heta$. Теплоемкостью сосуда$^1$ и испарением воды пренебречь.

$^1$ Теплоемкость тела $C$ измеряется количеством теплоты, которое надо сообщить этому телу, чтобы повысить его температуру на 1 °C, и равна произведе- нию удельной теплоемкости с вещества на массу $m$ тела: $C = cm$. 
<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>m, кг</th>
<th>t, °C</th>
<th>m₁, кг</th>
<th>t₁, °C</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>2</td>
<td>17</td>
<td>0,3</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>Свинец</td>
<td>0,63</td>
<td>17</td>
<td>0,25</td>
<td>208</td>
</tr>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>3,68</td>
<td>22</td>
<td>0,48</td>
<td>240</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>0,47</td>
<td>4</td>
<td>0,32</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>Олово</td>
<td>0,86</td>
<td>48</td>
<td>0,37</td>
<td>14</td>
</tr>
</tbody>
</table>

640(561). В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 250 г масла при 12 °C. После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100 °C установилась общая температура 33 °C. Какова удельная теплоемкость масла по данным опыта?

641(563). Для приготовления ванны вместимостью 200 л смешали холодную воду при 10 °C с горячей при 60 °C. Какие объемы той и другой воды надо взять, чтобы температура установилась 40 °C?

642*(564). После опускания в воду, имеющую температуру 10 °C, тела, нагретого до 100 °C, через некоторое время установилась общая температура 40 °C. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до 100 °C?

643(559). Бытовой газовый водонагреватель проточного типа имеет полезную мощность 21 кВт и КПД 80%. Сколько времени будет наполняться ванна вместимостью 200 л водой, нагретой в нагревателе на 24 °C, и каков расход газа (в литрах) за это время? При сгорании 1 м³ природного газа выделяется 36 МДж.

644(п). Сравнить внутренние энергии воды массой 2 кг при 100 °C и водяного пара такой же массы и при той же температуре.

645(ПРГ). Электронагреватель с коэффициентом полезного действия η используют для получения дистиллированной воды. Найти стоимость k перегонки воды массой m, взятой при температуре t. Тариф: 4 коп. за 1 кВт · ч.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>t, °C</th>
<th>m, кг</th>
<th>η</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>10</td>
<td>1</td>
<td>0,75</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>14</td>
<td>6,4</td>
<td>0,91</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>18</td>
<td>17,6</td>
<td>0,81</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>120</td>
<td>0,86</td>
</tr>
</tbody>
</table>
646(566). В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15 °C, выпускают 200 г водяного пара при 100 °C. Какая общая температура установится после конденсации пара?

647(567). Колбу с 600 г воды при 10 °C нагревают на спиртовке с КПД 35%. Через сколько времени вода закипит? Сколько воды ежесекундно обращается в пар при кипении, если в 1 мин испаряется 2 г спирта? Теплоемкость колбы 100 Дж/К.

648(568). Алюминиевый чайник массой 400 г, в котором находится 2 кг воды при 10 °C, помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело?

649(569). В сосуд, содержащий 2,8 л воды при 20 °C, бросают кусок стали массой 3 кг, нагретый до 460 °C. Вода нагревается до 60 °C, а часть ее обращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

650*(571). Через воду, имевшую температуру 10 °C, пропускают водяной пар при 100 °C. Сколько процентов составит масса воды, образовавшейся из пара, от массы всей воды в сосуде в момент, когда ее температура равна 50 °C?

651(в). Сравнить внутренние энергии свинца массой 600 г в твердом и жидком состояниях при температуре плавления.

652(ПРГ). Какое количество теплоты Q необходимо для плавления металла массой m, взятого при температуре t?

<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>t, °C</th>
<th>m, кг</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Олово</td>
<td>17</td>
<td>0,022</td>
</tr>
<tr>
<td>Свинец</td>
<td>26</td>
<td>0,053</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>72</td>
<td>8220</td>
</tr>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>11</td>
<td>580</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>48</td>
<td>0,004</td>
</tr>
</tbody>
</table>

653(572). Сколько дров надо сжечь в печи с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре – 10 °C, воду при 20 °C?

654(573). Сколько стали, взятой при 20 °C, можно расплавить в печи с КПД 50%, сжигая 2 т каменного угля?

655(575). Для определения удельной теплоты плавления олова в калориметр, содержащий 330 г воды при 7 °C, влили 350 г расплавленного олова при температуре затвердевания, после чего в калориметре, теплоемкость которого 100 Дж/К, установилась температура 32 °C. Определить значение удельной теплоты плавления олова по данным опыта.
656(н). Чтобы охладить 200 г воды, имеющей температуру 25 °C, в нее бросают взятые из холодильника брускочки льда объемом 6,4 см³, температура которых -5 °C. Сколько надо бросить брускочек для охлаждения воды до 5 °C?

657(577). В стальной сосуд массой 300 г налили 1,5 л воды при 17 °C. В воду опустили кусок мокрого снега массой 200 г. Когда снег растаял, установилась температура 7 °C. Сколько воды было в конце снега?

658*(ПРГ). В сосуд со льдом, масса которого \( m_l \) и температура 0 °C, влили воду массой \( m_w \) при температуре \( t \). Найти: 1) какая температура \( \theta \) смеси установится, если расплавится весь лед; 2) какая часть \( k \) льда останется в нерасплавленном состоянии, если расплавится не весь лед. Теплоемкостью сосуда пренебрежь.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( m_w, \text{ кг} )</th>
<th>( t_w, \text{ °C} )</th>
<th>( m_l, \text{ кг} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>3,1</td>
<td>94</td>
<td>8,63</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>3,1</td>
<td>99</td>
<td>18,2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>3,1</td>
<td>99</td>
<td>2,4</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>3,1</td>
<td>99</td>
<td>3,9</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>7,8</td>
<td>84</td>
<td>0,85</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>5,2</td>
<td>47</td>
<td>0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

659*(578). В алюминиевый калориметр массой 300 г опустили кусок льда. Температура калориметра и льда -15 °C. Затем пропустили через калориметр водяной пар при 100 °C. После того как температура смеси оказалась равной 25 °C, измерили массу смеси, она оказалась равной 500 г. Найти массу сконденсированного пара и массу льда, находившегося в калориметре в начале опыта.

660*(ПРГ). Расплавленный металл массой \( m_m \), взятый при температуре плавления, ввели в воду, масса которой \( m_w \) и температура \( t_w \). Найти: 1) температuru \( \theta \) смеси, если вода не нагреется до кипения; 2) сколько воды (по массе) выкипит, если она закипит.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Металл</th>
<th>( m_m, \text{ кг} )</th>
<th>( t_m, \text{ °C} )</th>
<th>( m_m, \text{ кг} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Алюминий</td>
<td>6,3</td>
<td>16</td>
<td>1,2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Алюминий</td>
<td>3,2</td>
<td>16</td>
<td>1,2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Алюминий</td>
<td>2,8</td>
<td>16</td>
<td>1,2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Алюминий</td>
<td>2,1</td>
<td>16</td>
<td>1,2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Свинец</td>
<td>3</td>
<td>20</td>
<td>0,3</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>Олово</td>
<td>0,4</td>
<td>21</td>
<td>0,12</td>
</tr>
</tbody>
</table>
31. Изменение внутренней энергии тел в процессе совершения работы.

Тепловые двигатели

661(579). При обработке детали слесарь совершил 46 движений стальным напильником, прикладывая среднюю силу 40 Н и перемещая напильник на 8 см при каждом движении. На сколько повысилась температура напильника, если он имеет массу 100 г и на увеличение его внутренней энергии пошло 50% совершенной работы? Считать, что сила направлена по движению напильника.

662(581). С высоты h свободно падает кусок металла, удельная теплоемкость которого c. На сколько поднялась его температура при ударе о землю, если считать, что х% механической энергии куска металла превращается во внутреннюю энергию?

663(582). Два одинаковых стальных шарика упали с одной и той же высоты. Первый упал в вязкий грунт, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Который из шариков больше нагрелся?

664(583). Свинцовая пуля, летящая со скоростью 200 м/с, падает в земляной вал. На сколько повысилась температура пули, если 78% кинетической энергии пули превратилось во внутреннюю энергию?

665(584). Стальной осколок, падая с высоты 500 м, имел у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько повысилась температура осколка, если считать, что вся работа сопротивления воздуха пошла на его нагревание?

666(585). Шарик, подвещенный на нити длиной l, отвели в положение B (рис. 68) и отпустили. После удара о стенку шарик отклонился на угол α до положения C. На сколько повысилась температура шарика, если х% потерьной механической энергии перешло во внутреннюю энергию шарика? Удельную теплоемкость с вещества шарика считать известной.

667(586). Два свинцовых шара одинаковой массы движутся со скоростями v и 2v на встречу друг другу. Определить повышение температуры Δt шаров в результате неупругого удара.

668(587). С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие она распавилась? Считать, что 80% кинетической энергии преврати-
дось во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127 °C.

669(588). При выстреле снаряд (пуля) массой \( m \) вылетает из ствола со скоростью \( v \). Сколько процентов от энергии, освобождавшейся при сгорании порохового заряда массой \( M \), составляет кинетическая энергия снаряда (пули)?

Сделать расчеты для пущечного снаряда при \( m = 6,2 \) кг, \( v = 680 \) м/с, \( M = 1 \) кг и для пули автомата при \( m = 8 \) г, \( v = 700 \) м/с, \( M = 1,6 \) г.

670(589). Что обладает большей внутренней энергией: рабочая смесь, находящаяся в цилиндре внутреннего сгорания к концу такта сжатия (до проскакивания искры), или продукт его горения к концу рабочего хода?

671(590). Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117 °C, а холодильника 27 °C. Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 с, равно 60 кДж. Вычислить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 с, и мощность машины.

672(591). 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 280 К.

673(ПГ). Зная мощность и массу топлива, расходуемого за определенное время, составить программы и найти КПД: 1) тракторного двигателя, который развивает мощность 95 кВт и расходует за 2 ч 50 кг дизельного топлива; 2) всех двигателей реактивного самолета Ил-62, развивающих мощность 30 МВт, если полного запаса топлива ТС-1 массой 82,5 т хватает на 10 ч непрерывного полета; 3) паровой турбины мощностью 500 МВт, которая за 0,5 ч расходует 87 т дизельного топлива; 4) карбюраторного двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если удельный расход топлива равен 326 г/(кВт·ч); 5) дизельного двигателя автомобиля КАМАЗ-5320, у которого удельный расход топлива 224 г/(кВт·ч).

674(595). Какую среднюю мощность развивает двигатель мотоцикла, если при скорости движения 108 км/ч расход бензина составляет 3,7 л на 100 км пути, а КПД двигателя 25%?

675*(596). Междугородный автобус прошел путь 80 км за 1 ч. Двигатель при этом развивал среднюю мощность 70 кВт при КПД, равном 25%. Сколько дизельного топлива, плотность которого 800 кг/м³, сэкономил водитель в рейсе, если норма расхода горючего 40 л на 100 км пути?

676*(597). Автомобиль массой 4,6 т трогается с места на подъеме, равном 0,025, и, двигаясь равноускоренно, за 40 с проходит 200 м. Найти расход бензина (в литрах) на этом участке, если коэффициент сопротивления 0,02 и КПД равен 20%.

92
32. Закон Кулона. Напряженность поля

677(678). С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

678(679). На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

679(680). Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

680(682). Однаковые шарики массой по 0,2 г подвешены на нити так, как показано на рисунке 69. Расстояние между шариками \( BC = 3 \text{ см} \). Найти силу натяжения нити на участках \( AB \) и \( BC \), если шариками сообщили одинаковые по модулю заряды по 10 нКл. Рассмотреть случаи: а) заряды одноименные; б) заряды разноименные.

681(683). Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число «избыточных» электронов на каждом шарике.

682(ПРГ). Два одинаковых металлических шарика зарядили так, что заряд одного из них в \( n \) раз больше другого. Шарик привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз по (модулю) изменится сила их взаимодействия \( \frac{F_2}{F_1} \), если: 1) заряды одноименные; 2) разноименные? Считать \( n \) равным: а) 1; б) 1,8; в) 2,4; г) 5,8; д) 15,6; е) 78; ж) 500.

683*(685). Доказать, что если два одинаковых металлических шарика, заряженные одноименно

---

1 В задачах этого параграфа, если нет специальных оговорок, считать заряды точечными и находящимися в вакууме (воздухе).

2 Под кратким термином «заряд» подразумеваются заряженные тела или частицы.
неравными зарядами, привести в соприкосновение и затем раздвижнуть на прежнее расстояние, то сила взаимодействия обязательно увеличится, причем это увеличение будет тем более значительным, чем больше разница в значениях зарядов.

684(686). Одинаковые металлические шарики, заряженные одноименно зарядами \( q \) и \( 4q \), находятся на расстоянии \( r \) друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние \( x \) надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

685(687). Заряды 10 и 16 нКл расположены на расстоянии 7 мм друг от друга. Какая сила будет действовать на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 3 мм от меньшего заряда и на 4 мм от большего?

686(688). Заряды \( +q \) и \( -q \) расположены так, как показано на рисунке 70. Заряд \( \frac{q}{2} \) помещают сначала в точку \( C \), а затем в точку \( D \). Сравнить силы (по модулю), действующие на этот заряд, если \( DA = AC = CB \).

Рис. 70

687(689). Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?

688(690). В вершинах правильного шестиугольника со стороной \( a \) помещены друг за другом заряды \( +q \), \( +q \), \( +q \), \( -q \), \( -q \), \( -q \). Найти силу, действующую на заряд \( +q \), который находится в центре шестиугольника.

689(691). Заряды 40 и \(-10\) нКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Какой надо взять третий заряд и где следует его поместить, чтобы равнодействующая сила, действующих на него со стороны двух других зарядов, была бы равна нулю?

690(692). Два заряда по 25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 24 см друг от друга, образуют электростатическое поле. С какой силой это поле действует на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 15 см от каждого из зарядов, если заряды, образующие поле, одноименные? разноименные?
691(693). На двух одинаковых по длине нитях, закрепленных в одной точке, подвешены два шарика. Сравните углы отклонений нитей от вертикали, если: а) шарик, имея одинаковые массы, заряжен отрицательно и заряд первого шарика больше заряда второго; б) заряды шаров одинаковы, а масса первого больше массы второго.
692(ПРГ). На нитях длиной l, закрепленных в одной точке, подвешены два шарика массой m каждый. При сообщении зарядом одинаковых одноименных зарядов нити разошлись, образовав угол a. Найти: 1) силу взаимодействия F зарядов; 2) заряд q каждого шарика.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>a, °</th>
<th>m, кг</th>
<th>l, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>66</td>
<td>10^-4</td>
<td>0,62</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>37</td>
<td>2,7 · 10^-4</td>
<td>1,14</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>90</td>
<td>4 · 10^-4</td>
<td>0,106</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>21</td>
<td>8,9 · 10^-4</td>
<td>0,87</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>123</td>
<td>9,1 · 10^-4</td>
<td>0,33</td>
</tr>
</tbody>
</table>

693(696). В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.
694(697). Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м?
695(698). С каким ускорением движется электрон в поле напряженностью 10 кВ/м?
696(699). Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точках, удаленных от заряда на 9 и 18 см.
697(700). В точке A (рис. 71) расположен заряд q₁, в точке B — заряд q₂. Найти проекцию на ось X вектора напряженности результирующего поля в точках C и D, если AC = 6 см, CB = BD = 3 см. Решить задачу для следующих значений зарядов: а) q₁ = 40 нКл, q₂ = 10 нКл; б) q₁ = 40 нКл, q₂ = -10 нКл; в) q₁ = -40 нКл, q₂ = 10 нКл; г) q₁ = -40 нКл, q₂ = -10 нКл.

Рис. 71

698(701). Заряды по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, уда-
ленной на 5 см от каждого из зарядов. Решить эту задачу для случаев: а) оба заряда положительные; б) один заряд положительный, а другой отрицательный.

699(702). Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии а друг от друга. В какой точке пространства напряженность поля равна нулю, если заряды: а) одноименные, б) разноименные?

700(703). В однородном поле напряженностью 40 кВ/м находится заряд 27 нКл. Найти напряженность результатирующего поля на расстоянии 9 см от заряда в точках, лежащих: а) на силовой линии однородного поля, проходящей через заряд; б) на прямой, проходящей через заряд и перпендикулярной силовым линиям.

701(704). При внесении заряженного металлического шарика, подвешенного на изолирующей нити, в однородное электрическое поле нить образовала с вертикалью угол 45°. На сколько уменьшится угол отклонения нити при стекании с шарика 1/10 доли его заряда? Линии напряженности поля направлены горизонтально.

702(705). В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды +q, +q и −q. Найти напряженность поля E в центре треугольника.

703(706). Шарик массой m, несущий заряд q, свободно падает в однородном электрическом поле напряженностью E. Линии напряженности направлены параллельно поверхности земли. Каково движение шарика? Написать уравнение траектории y = y(x), направив ось X параллельно вектору напряженности, а ось Y вертикально вниз. Начальная скорость шарика равна нулю.

33. Проводники в электрическом поле.
Поле заряженного шара и пластины.
Диэлектрики в электрическом поле

704(707). На шелковой нити висит алюминиевая гильза. Необходимо определить, заряжена ли эта гильза, а если заряжена, то каков знак заряда. Предложите несколько способов.

1 В задачах 704—712 необходимо детально объяснить рассматриваемые явления с точки зрения электронной теории, сделать необходимые чертежи. Многие из этих задач желательно проверить экспериментально в классе или дома.
705(708). К заряженному электрометру подносят с доста- точно большого расстояния отрицательно заряженный пред- мет. По мере приближения предмета показания электрометра сначала уменьшаются, а с некоторого момента вновь увеличи- ваются. Заряд какого знака был на электрометре?

706(709). В каком случае листочек незаряженной металлической фольги с большого расстояния притягивается к заря- женной палочке: если он лежит на заземленном стальном листе или когда он находится на сухом стекле?

707(711). Сравнить силу взаимодействия двух одинаковых шаров в случае одноименных и разноименных одинаковых по модулю зарядов. Расстояние между зарядами сравнимо с их радиусом.

708(712). Как, имея заряженную палочку, зарядить два металлических шара, укрепленных на изолирующих подставках, одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами?

709(713). В однородное поле внесли металлический шар. Останется ли поле однородным вблизи поверхности шара?

710(714). К заряженному электрометру подносили: а) изоли- рованный незаряженный проводник; б) заземленный про- водник. Как изменились показания электрометра в каждом из этих случаях?

711(715). К незаряженной алюминиевой гильзе подносят наэлектризованное тело. Можно подобрать такое расстояние, на котором гильза еще не притягивается к телу, но стоит кос- нуться ее пальцем, и гильза притягивается. Объяснить явление.

![Рис. 72](image)

712(716). Металлические шары, помещенные на изолирую- щих подставках, привели в соприкосновение и зарядили отри- цательным зарядом (рис. 72). Поместив на некотором расстоя-
нии отрицательно заряженную палочку, шар A отодвинули и палочку убрали. Доказать рассуждением, что шар A всегда заряжен отрицательно, а шар B в зависимости от расстояния BC может быть заряжен отрицательно, оставаться нейтральным или зарядиться положительно.

713(717). Металлическому шару радиусом 3 см сообщили заряд 16 нКл. Найти поверхностную плотность заряда и напряженность поля в точках, удаленных от центра шара на 2 и 4 см.

714(718). Заряженный шар имеет поверхностную плотность заряда $\sigma$. Найти напряженность $E$ поля в точке, отстоящей от поверхности шара на расстоянии, равном его диаметру.

715(719). Заряженный металлический лист свернули в цилиндр. Как изменится поверхностная плотность заряда?

716(720). Найти напряженность поля заряженной бесконечной пластины, если поверхностная плотность заряда на ней равна 354 нКл/м$^2$.

717(710). Отклонится ли стрелка электрометра, если между его стержнем и заряженной палочкой поместить стеклянную пластину так, чтобы она не касалась ни стержня, ни палочки? если, оставив пластину, убрать палочку? если, оставив палочку, убрать пластину?

718(711). В однородном поле находятся вплотную прижатые друг к другу пластины винипласта, текстолита и слюды, расположенные так, что силовые линии перпендикулярны большим граням пластин. Напряженность поля в текстолите 60 В/м. Найти напряженность поля в винипласте, слюде, а также напряженность поля вне пластин.

719(712). Большая заряженная пластина с поверхностной плотностью заряда 40 нКл/м$^2$ погружена в масло. Найти напряженность поля вблизи середины пластины.

720(722). Найти значение каждого из двух одинаковых зарядов, если в масле на расстоянии 6 см друг от друга они взаимодействуют с силой 0,4 мН.

721(723). Во сколько раз надо изменить значение каждого из двух одинаковых зарядов, чтобы при погружении их в воду сила взаимодействия при том же расстоянии между ними была такая же, как в воздухе?

722(724). Во сколько раз надо изменить расстояние между двумя зарядами, чтобы при погружении их в керосин сила взаимодействия между ними была такая же, как в воздухе?
723(725). На расстоянии 3 см от заряда 4 нКл, находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля равна 20 кВ/м. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

724(726). Очень маленький заряженный шарик погрузили в керосин. На каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такая же, какая была до погружения на расстоянии 29 см?

725(728). Одинаковые шарики, подвешенные на закрепленных в одной точке нитях равной длины, зарядили одинаковыми одноименными зарядами. Шарики оттолкнулись, и угол между нитями стал равен $\alpha = 60^\circ$. После погружения шариков в жидк диэлектрик угол между нитями уменьшился до $\beta = 50^\circ$. Найти диэлектрическую проницаемость сроды с. Выталкивающей силой пренебречь.

726(729). Положительно заряженный шарик массой 0,18 г и плотностью вещества 1800 кг/м$^3$ находится в равновесии в жидк диэлектрике плотностью 900 кг/м$^3$. В диэлектрике создано однородное электрическое поле, напряженность которого, равная по модулю 45 кВ/м, направлена вертикально вверх. Найти заряд шарика.

34. Энергия заряженного тела в электрическом поле.
   Разность потенциалов.
   Связь между напряженностью и напряжением

727(731). Какую работу совершает поле при перемещении заряда 20 нКл из точки с потенциалом 700 В в точку с потенциалом 200 В? из точки с потенциалом −100 В в точку с потенциалом 400 В?

728(732). В однородном электрическом поле напряженностью 1 кВ/м переместили заряд −25 нКл в направлении силовой линии на 2 см. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда и напряжение между начальной и конечной точками перемещения.

729(н). При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 1 кВ поле совершило работу 40 мкДж. Чему равен заряд?

730(733). В однородном поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нКл. Перемещение, равное по модулю 20 см, образует угол 60$^\circ$ с направлением силовой линии. Най-
ти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля и напряжение между начальной и конечной точками перемещения. Дать ответы на те же вопросы для случая перемещения отрицательного заряда.

731(734). Электрон переместился в ускоряющем поле из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найти кинетическую энергию электрона, изменение его потенциальной энергии и приобретенную скорость. Начальную скорость электрона считать равной нулю.

732(и). Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10 до 30 Мм/с?

733(736). Альфа-частица \(m = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}\) вылетает из ядра радия со скоростью \(v = 20 \text{ Мм/с}\) и попадает в тормозящее однородное электрическое поле, линии напряженности которого направлены противоположно направлению движения частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки?

734(и). Сравнить кинетические энергии и приобретенные скорости протона и \(\alpha\)-частицы, которые прошли одинаковые ускоряющие разности потенциалов. Масса \(\alpha\)-частицы в 4 раза больше массы протона, а заряд — в 2 раза больше.

735(737). Напряжение между двумя точками, лежащими на одной линии напряженности однородного тела, равно 2 кВ. Расстояние между этими точками 10 см. Какова напряженность поля?

736(738). Точка \(A\) лежит на линии напряженности однородного поля, напряженность которого 60 кВ/м. Найти разность потенциалов между этой точкой и некой точкой \(B\), расположенной в 10 см от точки \(A\). Рассмотреть случаи, когда точки \(A\) и \(B\) лежат: а) на одной линии напряженности; б) на прямой, перпендикулярной линии напряженности; в) на прямой, направленной под углом 45° к линиям напряженности.

737(739). Найти напряжение между токами \(A\) и \(B\) (рис. 73), если \(AB = 8 \text{ см, } \alpha = 30^\circ\) и напряженность поля 50 кВ/м.

738(740). Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии 4,8 мм друг от друга, находится в равновесии отрицательно заряжен-
нанная капелька масла массой 10 нг. Сколько \textit{избыточных} электронов имеет капелька, если на пластину подано напряжение 1 кВ?

739(744). К заряженному шару поднесли руку. Будет ли одинаковой в различных местах поверхностная плотность заряда на шаре? Напряженность поля вблизи разных участков поверхности шара? Будут ли одинаковы потенциалы в различных точках поверхности шара?

740(745). Сравнить значения работы поля при перемещении заряда из точки $A$ в точки $B$, $C$, $D$ (рис. 74).

![Diagram](image)

Рис. 74

741(746). На рисунке 75 показаны силовые линии электростатического поля и две эквипотенциальные поверхности ($A$ и $B$). В какой точке, $C$ или $D$, больше напряженность поля? Потенциал?

![Diagram](image)

Рис. 75
742(747). На рисунке 76, а показано расположение трех заряженных пластин и их потенциалы. Начертить линии напряженности электрического поля. Построить графики напряженности (рис. 76, б) и распределения потенциала (рис. 76, в) в зависимости от расстояния между пластинами.

Рис. 76

743(748). На пластинах A и B, расположенных параллельно на расстоянии 8 см друг от друга, поддерживаются потенциалы +60 и -60 В соответственно. Между ними поместили заземленную пластину C на расстоянии 2 см от пластины A. На сколько изменилась напряженность поля на участках AC и CB? Построить графики зависимостей ф(х) и Ех(х), расположив ось X так же, как в предыдущей задаче.
35. Электроемкость конденсатора.
Энергия заряженного конденсатора.
Энергия электрического поля

744(7). Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см². Заряд пластина 1,42 мкКл. Найти напряженность поля между пластиналами.

745(7). Найти поверхностную плотность заряда на пластинах плоского конденсатора, разделенных слоем стекла толщиной 4 мм, если на конденсатор подано напряжение 3,8 кВ.

746(749). Емкость первого конденсатора 0,5 мкФ, а второго — 5000 пФ. Сравнить напряжения, которые надо подавать на эти конденсаторы, чтобы накопить одинаковые заряды.

747(750). Емкость одного конденсатора 200 пФ, а другого — 1 мкФ. Сравнить заряды, накопленные на этих конденсаторах при их подключении к полюсам одного и того же источника постоянного напряжения.

748(751). Какова емкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения 1,4 кВ он получает заряд 28 нКл?

749(752). Наибольшая емкость школьного конденсатора 58 мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В?

750(753). На конденсаторе написано: 100 пФ; 300 В. Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50 нКл?

751(754). Во сколько раз изменится емкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?

752(755). Во сколько раз изменится емкость конденсатора, если в качестве прокладки между пластинами вместо бумаги, пропитанной парафином, использовать листовую слюду такой же толщины?

753(756). При введении в пространство между пластинами воздушного конденсатора твердого диэлектрика напряжение на конденсаторе уменьшилось с 400 до 50 В. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

754(757). Одна из пластин школьного плоского конденсатора соединена со стержнем электротетра, а другая с заземленным корпусом. Какими способами можно показания электрометра уменьшить? увеличить?

755(759). Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см². На каком расстоянии друг от друга надо распо-
ложить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была равна 46 пФ?

756(761). Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 50 см² каждая. Между пластинами находится слой стекла. Какой наибольший заряд можно накопить на этом конденсаторе, если при напряженности поля 10 МВ/м в стекле происходит пробой конденсатора?

757(762). Расстояние между пластинами плоского конденсатора увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменился заряд, напряжение между пластинами и напряженность поля, если конденсатор: а) отключили от источника напряжения; б) остался подключененным к источнику постоянного напряжения?

758(ПР). Плоский конденсатор, состоящий из круглых пластин радиусом r, разделен прозрачной с диэлектрической проницаемостью ε и толщиной d. Заряджен конденсатор до напряжения U. Найти: 1) емкость C конденсатора; 2) заряд на пластинах q; 3) энергию W электрического поля.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>ε</th>
<th>r · 10⁻², м</th>
<th>d · 10⁻⁸, м</th>
<th>U, В</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>11</td>
<td>9,8</td>
<td>27 000</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,1</td>
<td>10</td>
<td>1</td>
<td>2400</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>8,9</td>
<td>1,3</td>
<td>1600</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>12,4</td>
<td>0,92</td>
<td>940</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>7</td>
<td>13,6</td>
<td>0,81</td>
<td>480</td>
</tr>
</tbody>
</table>

759(764). В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкФ, заряженного до напряжения 300 В. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки 2,4 мс.

760(765). Во сколько раз изменится энергия конденсатора при увеличении напряжения на нем в 4 раза?

761(766). Емкость одного конденсатора в 9 раз больше емкости другого. На какой из этих конденсаторов надо подать большее напряжение, чтобы их энергия была одинаковой? Во сколько раз большее?

762(767). Конденсатору емкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?

763(768). Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см², а расстояние между ними 1 см. Какова энергия поля, если напряженность поля 500 кВ/м?

764(769). Расстояние между пластинами плоского конденсатора с диэлектриком из бумаги, пропитанной парафином, рав-
но 2 мм, а напряжение между пластинами 200 В. Найти плотность энергии поля.


766(771). Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в два раза. Во сколько раз изменилась энергия и плотность энергии поля? Рассмотреть два случая: а) конденсатор отключили от источника напряжения; б) конденсатор остался присоединенным к источнику постоянного напряжения.

767(772). При увеличении напряжения, поданного на конденсатор емкостью 20 мкФ, в 2 раза энергия поля возросла на 0,3 Дж. Найти начальные значения напряжения и энергии поля.

ГЛАВА VIII

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

36. Закон Ома для участка цепи с последовательным и параллельным соединением проводников

768(777). Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелевой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм². Какова длина проволоки?

769(778). Во сколько раз измениться сопротивление проводника (без изоляции), если его свернуть пополам и скрутить?

770(ПРГ). Моток проволоки, изготовленный из материалов, указанных в таблице, имеет сопротивление R и массу m. Найти длину l проволоки и площадь поперечного сечения S.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Материал</th>
<th>m, кг</th>
<th>R, Ом</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>0,21</td>
<td>0,83</td>
</tr>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>3,24</td>
<td>16,1</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>0,014</td>
<td>0,39</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>14,1</td>
<td>23,2</td>
</tr>
<tr>
<td>Нихром</td>
<td>0,11</td>
<td>39,6</td>
</tr>
</tbody>
</table>
771(781). Можно ли включить в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано: а) 30 Ом, 5 А; б) 2000 Ом, 0,2 А?

772(783). Какова напряженность поля в алюминиевом проводнике сечением 1,4 мм² при силе тока 1 А?

773(в). Участок цепи состоит из стальной проволоки длиной 2 м и площадью поперечного сечения 0,48 мм², соединенной последовательно с никелиевой проволокой длиной 1 м и площадью поперечного сечения 0,21 мм². Какое напряжение надо подвести к участку, чтобы получить силу тока 0,6 А?

774(787). На рисунке 77 приведен график падения напряженности на трех последовательно соединенных проводниках одинаковой длины. Каково соотношение сопротивлений этих проводников?

775(788). Цепь состоит из трех последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику напряжением 24 В. Сопротивление первого проводника 4 Ом, второго 6 Ом, и напряжение на концах третьего проводника 4 В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника и напряжение на концах первого и второго проводников.

776(789). Электрическую лампу сопротивлением 240 Ом, рассчитанную на напряжение 120 В, надо пить от сети напряжением 220 В. Какой длины нихромовый проводник с площадью поперечного сечения 0,55 мм² надо включить последовательно с лампой?

777(790). От источника напряжением 45 В необходимо пить нагревательную спираль сопротивлением 20 Ом, рассчитанную на напряжение 30 В. Имеются три реостата, на которых написано: а) 6 Ом, 2 А; б) 30 Ом, 4 А; в) 800 Ом, 0,6 А. Какой из реостатов надо взять?
778(791). Кабель состоит из двух стальных жил площадью поперечного сечения 0,6 мм² каждая и четырех медных жил площадью поперечного сечения 0,35 мм² каждая. Каково падение напряжения на каждом километре кабеля при силе тока 0,1 А?

779(792). Определяя сопротивление лампочки карманного фонаря, учащийся ошибочно составил цепь, схема которой приведена на рисунке 78. Описать режим работы этой цепи и указать, какими приближительно будут показания приборов, если напряжение на полюсах источника тока 2 В.

780(793). На школьном демонстрационном гальванометре (от амперметра) указаны сопротивление прибора 885 Ом и сила тока, вызывающая отклонение стрелки на одно деление, 3,8 · 10⁻⁴ А/дел. Вся шкала имеет 10 делений. Каковы сопротивления приложенных двух шунтов, десятых прибор амперметром с пределами измерения 3 и 10 А?

781(794). На школьном гальванометре (от вольтметра) указаны сопротивление прибора 2,8 Ом и напряжение, которое надо подать, чтобы стрелка отклонилась на одно деление, 1,4 · 10⁻³ В/дел. Вся шкала имеет 10 делений. Найти, каким должно быть сопротивление добавочного резистора, чтобы прибор можно было использовать в качестве вольтметра с пределом измерений 5 В; 15 В.

782(795). Гальванометр имеет сопротивление 200 Ом, и при силе тока 100 мкА стрелка отклоняется на всю шкалу. Резистор какого сопротивления надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до 2 В? Шунт какого сопротивления надо подключить к этому гальванометру, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для измерения силы тока до 10 мА?

783(796). Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?

784(797). Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

785(798). Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0,3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5,4 В. Резистор какого сопротивления надо включить последовательно лампам?
786(799). Во сколько раз изменяются показания амперметра, если от схемы, приведенной на рисунке 79, а, перейти к схеме, показанной на рисунке 79, б? Напряжение, поданное на концы цепи, остается прежним.

Рис. 79

Рис. 80

787(800). Три одинаковые лампы соединены по схеме, приведенной на рисунке 80. Как будут гореть лампы при включении их в сеть с напряжением, на которое рассчитана каждая лампа? Как будет изменяться накал каждой из ламп, если эти лампы по одной поочередно а) выключать? б) закорачивать? При возможности проверьте ответ на опыте.

788(801). К цепи, показанной на рисунке 80, подведено напряжение 90 В. Сопротивление лампы $H2$ равно сопротивлению лампы $H1$, а сопротивление лампы $H3$ в 4 раза больше сопротивления лампы $H1$. Сила тока, потребляемая от источника, равна 0,5 А. Найти сопротивление каждой лампы, напряжение на лампах $H1$ и $H3$ и силу тока в них.

789(и). Резисторы сопротивлениями $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом (рис. 81) подключены к источнику тока в точках: а) $AB$; б) $AC$; в) $AD$; г) $BC$; д) $BD$; е) $CD$. Найти общее сопротивление участка при каждом способе включения.

790(и). Найти силу токов и напряжения в цепи (рис. 82), если амперметр показывает 2 А, а сопротивление резисторов $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, $R_4 = 4$ Ом.

Рис. 81

Рис. 82
791(ПРГ). В цепь (рис. 83) подано напряжение $U$. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны $R$. Найти общее сопротивление цепи $R_{общ}$, а также распределение токов и напряжений.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$R$, Ом</th>
<th>$U$, В</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>55</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>14,2</td>
<td>87,4</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>21</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,16</td>
<td>0,28</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>282</td>
<td>39,7</td>
</tr>
</tbody>
</table>

792*(802). Имеются источник тока напряжением 6 В, резистат сопротивлением 30 Ом и две лампочки, на которых написано: 3,5 В, 0,35 А и 2,5 В, 0,5 А. Как собрать цепь, чтобы лампочки работали в нормальнол режиме?

37. Работа и мощность тока

793(806). На цоколе лампочки карманного фонаря написано: 3,5 В, 0,28 А. Найти сопротивление в рабочем режиме и потребляемую мощность. На баллоне сетевой лампы накаливания написано: 220 В, 60 Вт. Найти силу тока и сопротивление в рабочем режиме.

794(807). В бытовой электроплитке, рассчитанной на напряжение 220 В, имеются две спирали, сопротивление каждой из которых в рабочем режиме равно 80,7 Ом. С помощью переключателя в сеть можно включить одну спираль, две спирали последовательно или две спирали параллельно. Найти мощность в каждом случае.

795(ПРГ). Электрическая цепь состоит из приемника сопротивлением $R_1$, потребляющего мощность $P_1$, и реостата, включенного последовательно приемнику. В цепь подано напряжение $U$. Найти: 1) силу тока $I$ в цепи; 2) напряжение $U_1$ на...
приемнике; 3) напряжение $U_2$ на реостате; 4) сопротивление $R_2$ реостата; 5) мощность $P_2$, потребляемую реостатом.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Приемник</th>
<th>$P_1$, Bт</th>
<th>$R_1$, Ом</th>
<th>$U$, B</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Лампочка карманного фонаря</td>
<td>0,98</td>
<td>12,5</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Электрическая плита</td>
<td>550</td>
<td>88</td>
<td>220</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Сетевая лампа</td>
<td>40</td>
<td>403</td>
<td>220</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Электромагнит</td>
<td>7,9</td>
<td>2,18</td>
<td>16,4</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Нагревательная спираль</td>
<td>18,3</td>
<td>1,8</td>
<td>9,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

796(814). Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением $0,5$ кОм, рассчитанных каждый на напряжение 120 В, питается через реостат от сети напряжением 220 В. Какова мощность электрического тока в реостате?

797(815). Объясните, почему при последовательном включении двух ламп мощностью 40 и 100 Вт первая горит значительно ярче второй. При возможности проверьте это на опыте.

798(816). При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?

799(819). Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

800(ПРГ). По приведенным техническим данным магистральных электровозов постоянного тока найти: 1) потребляемую из сети мощность $P$; 2) полезную механическую мощность $N$; 3) коэффициент полезного действия $\eta$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Показатель</th>
<th>Марка</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Вл8 грузовой</td>
</tr>
<tr>
<td>Напряжение $U$ контактной сети, кВ</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>Сила тока $I$ в одном двигателе, A</td>
<td>190</td>
</tr>
<tr>
<td>Число двигателей $n$</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>Сила тяги (в числителе) $F$, кН при скорости (в знаменателе) $v$, км/ч</td>
<td>$\frac{343}{42}$</td>
</tr>
</tbody>
</table>
801(809). Почему спирили электронагревательных приборов делают из материала с большим удельным сопротивлением?

802(ПРГ). Выполняя лабораторную работу по определению КПД электрического нагревателя, ученик опустил спирайль, значения мощностей $P$ которой в рабочем состоянии указаны в таблице, в сосуд с водой, масса которой $m$ и начальная температура $t_1$. Через время $t$ температура воды стала $t_2$. Найти: 1) работу $A$ тока; 2) количество теплоты $Q$, полученное водой; 3) КПД нагревателя $\eta$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$P, \text{kBt}$</th>
<th>$t, \text{s}$</th>
<th>$t_2, \text{C}$</th>
<th>$t_1, \text{C}$</th>
<th>$m, \text{kg}$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,12</td>
<td>240</td>
<td>26</td>
<td>20</td>
<td>0,61</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,08</td>
<td>300</td>
<td>27</td>
<td>19</td>
<td>0,52</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,15</td>
<td>310</td>
<td>39</td>
<td>18</td>
<td>0,44</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,075</td>
<td>360</td>
<td>27,5</td>
<td>17</td>
<td>0,26</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,1</td>
<td>180</td>
<td>28,5</td>
<td>19</td>
<td>0,24</td>
</tr>
</tbody>
</table>

803(820). Какой длины надо взять никелилновую проволoku площадью поперечного сечения 0,84 мм$^2$, чтобы изготовить нагреватель на 220 В, при помощи которого можно было бы нагреть 2 л воды от 20 °C до кипения за 10 мин при КПД 80%?

804*(ПРГ). Электрокипятильник со спирайлью сопротивлением $R$ поместили в сосуд, содержащий воду массой $m$ при температуре $t_1$, и включили в сеть напряжением $U$. Через время $t$ кипятильник выключили. Найти температуру $t_2$ воды, если вода за это время не нагреется до кипения; вычислить, сколько воды (по массе $m_1$) выкипит, если вода закипит. Теплоемкостью сосуда пренебречь, считать КПД 100%.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$U, \text{B}$</th>
<th>$t, \text{s}$</th>
<th>$R, \text{Om}$</th>
<th>$m, \text{kg}$</th>
<th>$t_1, \text{C}$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>220</td>
<td>1200</td>
<td>160</td>
<td>0,5</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>220</td>
<td>1200</td>
<td>160</td>
<td>1,2</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>220</td>
<td>2100</td>
<td>95</td>
<td>1,13</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>220</td>
<td>2100</td>
<td>295</td>
<td>1,13</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>36</td>
<td>240</td>
<td>14</td>
<td>0,21</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>0</td>
<td>240</td>
<td>14</td>
<td>0,21</td>
<td>17</td>
</tr>
</tbody>
</table>
38. Электродвижущая сила.
Закон Ома для полной цепи

805(822). При питании лампочки от элемента с ЭДС 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найти работу сторонних сил в элементе за 1 мин.

806(823). К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.

807(824). Каково напряжение на полюсах источника с ЭДС, равной E, когда сопротивление внешней части цепи равно внутреннему сопротивлению источника?

808(825). При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4 В, а амперметр — силу тока 0,25 А. Каково внутреннее сопротивление батареи?

809(826). При подключении электромагнита к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом напряжение на зажимах источника стало 28 В. Найти силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за 5 мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время?

810\(^\d\)(827). Как изменяются показания амперметра и вольтметра (рис. 84), если замкнуть ключ?

811(828). В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

---

1 В этой и последующих задачах данного параграфа внутренним сопротивлением источника тока нельзя пренебречь. Сопротивление вольтметра считать достаточно большим, а сопротивление амперметра — ничтожно малым.
812(ПРГ). Для определения ЭДС $\varepsilon$ и внутреннего сопротивления $r$ источника тока собрали цепь по схеме, приведенной на рисунке 85. При некотором положении скользящего контакта реостата амперметр показал силу тока $I_1$, а вольтметр — напряжение $U_1$. Когда контакт переместили влево, амперметр показал — $I_2$, а вольтметр — $U_2$. Найти внутреннее сопротивление источника и его ЭДС.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$U_1$, В</th>
<th>$U_2$, В</th>
<th>$I_1$, А</th>
<th>$I_2$, А</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>4</td>
<td>3,6</td>
<td>0,5</td>
<td>0,9</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>5,6</td>
<td>5,1</td>
<td>0,8</td>
<td>1,3</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>8,2</td>
<td>7,8</td>
<td>0,94</td>
<td>1,4</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>15,1</td>
<td>13,9</td>
<td>0,5</td>
<td>1,2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>16,3</td>
<td>14,7</td>
<td>1,7</td>
<td>2,4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

813(830). При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 16 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. При возможности выполните работу экспериментально, используя два резистора, сопротивления которых известны, и амперметр.

814(831). Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт.

815(832). Вольтметр, подключенный к зажимам источника тока, показал 6 В. Когда к тем же зажимам подключили резистор, вольтметр стал показывать 3 В. Что покажет вольтметр, если вместо одного подключить два таких же резистора, соединенных последовательно? параллельно?

816(833). От генератора с ЭДС 40 В и внутренним сопротивлением 0,04 Ом ток поступает по медному кабелю площадью поперечного сечения 170 мм$^2$ к месту электросварки, удаленному от генератора на 50 м. Найти напряжение на зажимах генератора и на сварочном аппарате, если сила тока в цепи равна 200 А. Какова мощность сварочной дуги?

817*(ПРГ). Источник тока с внутренним сопротивлением $r$ питает в параллельно соединенных потребителей, рассчитанных на напряжение $U$ и мощность $P$. Потребители соединены с
источником двухпроводной линией длиной $l$, выполненной из проводника с удельным сопротивлением $\rho$ и площадью поперечного сечения $S$. Найти: 1) силу тока $I$ в линии; 2) сопротивление $R_\lambda$ линии; 3) падение напряжения $U_\lambda$ на линии; 4) потерю мощности $P_\lambda$ на линии; 5) напряжение $U_{зак}$ на зажимах источника; 6) падение напряжения $U_{внутр}$ на внутреннем сопротивлении; 7) ЭДС $\varepsilon$ источника.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$n$</th>
<th>$P$, Вт</th>
<th>$U$, В</th>
<th>$l$, м</th>
<th>$\rho$, Ом·мм$^2$/м</th>
<th>$S$, мм$^2$</th>
<th>$r$, Ом</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>14</td>
<td>40</td>
<td>220</td>
<td>60</td>
<td>0,028</td>
<td>1,2</td>
<td>0,19</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>100</td>
<td>220</td>
<td>0</td>
<td>0,028</td>
<td>1,2</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>156</td>
<td>60</td>
<td>220</td>
<td>112</td>
<td>0,022</td>
<td>9,7</td>
<td>0,08</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>20</td>
<td>0,98</td>
<td>3,5</td>
<td>4</td>
<td>0,017</td>
<td>0,8</td>
<td>0,14</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>17</td>
<td>600</td>
<td>380</td>
<td>41</td>
<td>0,12</td>
<td>6,1</td>
<td>0,21</td>
</tr>
</tbody>
</table>

818(836). Лампочки, сопротивления которых 8 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.

819(838). Источник тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом питает через реостат три параллельно соединенные лампочки, рассчитанные на напряжение 6,3 В и силу тока 0,3 А. Реостат поставлен в такое положение, что лампочки работают в номинальном режиме. Одна из лампочек перегорела. Во сколько раз изменилась мощность каждой из двух оставшихся лампочек по сравнению с номинальной, если считать, что сопротивление каждой лампочки осталось прежним?

820(839). Источник тока с внутренним сопротивлением $r$ и ЭДС $\varepsilon$ замкнут на три резистора с сопротивлением 3$r$ каждый, соединенные последовательно. Во сколько раз изменяется сила тока в цепи, напряжение на зажимах источника и полезная мощность, если резисторы соединить параллельно?
Глава IX
Магнитное поле

39. Магнитное поле тока. Магнитная индукция. Магнитный поток. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнитные свойства веществ

821(879). В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре, обтекаемом током, как показано на рисунке 86?

Рис. 86

Рис. 87

822(882). Пометить знаками «+» и «-» полюсы источника тока, питающего соленоид, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 87 взаимодействие.

823(883). Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью 1 см², находящуюся в магнитном поле, равен 2 мкН · м. Сила тока, текущего в рамке, 0,5 А. Найти индукцию магнитного поля.

824(884). Рамка площадью 400 см² помещена в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл так, что нормаль к рамке перпендикулярна линиям индукции. При какой силе тока на рамку будет действовать вращающий момент 20 мН · м?

825(885). Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?
826(н). Из проволоки длиной 8 см сделаны контуры: а) квадратный; б) круговой. Найти максимальный вращающий момент, действующий на каждый контур, расположенный в магнитное поле индукцией 0,2 Тл при силе тока в контуре 4 А.

827(886). Магнитный поток внутри контура, площадь поперечного сечения которого 60 см², равен 0,3 мВт. Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным.

828(887). Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см² при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность: а) перпендикулярна вектору индукции поля; б) расположена под углом 45° к вектору индукции; в) расположена под углом 30° к вектору индукции?

829(888). На рисунке 88 представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля с током. Сформулировать задачу для каждого из приведенных случаев и решить ее.

Рис. 88

830(890). Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

831(891). С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

832(892). Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной 20 см и массой 4 г равна 10 А. Найти индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновешилась силой Ампера.

116
833(893). Проводник $ab$, длина которого $l$ и масса $m$, подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока $I$ он отклонился в однородном магнитном поле (рис. 89) так, что нити образовали угол $\alpha$ с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?

Рис. 89

834(894). В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

835(895). В какую сторону сместится под действием магнитного поля электронный луч в вакуумной трубке, изображенной на рисунке 90?

836(896). Если к точкам $C$ и $D$ (рис. 91) тонкого металлического листа, по которому проходит электрический ток, подключить чувствительный гальванометр, то в случае наличия магнитного поля (направление линий магнитной индукции показано на рисунке) он покажет возникновение разности потенциалов. Объяснить причину проявления разности потенциалов между точками $C$ и $D$. Сравнить потенциалы этих точек.
837(897). Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

838(898). В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

839(899). Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

840(900). В однородное магнитное поле индукцией $B = 10$ мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией $W_k = 30$ кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле?

841(901). Протон и α-частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Сравнить радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковы: а) скорости; б) энергии.

842(902). Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией $B = 4$ мТл. Найти период $T$ обращения электрона.

843(903). Линии напряженности однородного электрического поля и линии индукции однородного магнитного поля взаимно перпендикулярны. Напряженность электрического поля 1 кВ/м, а индукция магнитного поля 1 мТл. Какими должны быть направление и модуль скорости электрона, чтобы его движение было прямолинейным?

---

844*(904). В масс-спектрометре (рис. 92) заряженные частицы ускоряются на участке $KL$ электрическим полем и, попав в магнитное поле индукцией $B$, описывают окружность

---

1 Заряд α-частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса α-частицы в 4 раза больше его массы.
радиусом $R$. Вывести формулу для расчета удельного заряда
частицы $q/m$, если ускоряющее напряжение равно $U$. Началь-
ную скорость частицы считать равной нулю.

845(ПРГ). Найти скорость $v$ заряженной частицы, которую
она приобрела, пройдя ускоряющее напряжение $U$ и, попав в
магнитное поле индукцией $B$, описала окружность радиусом $R$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$U$, кВ</th>
<th>$B$, Тл</th>
<th>$R$, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>8,7</td>
<td>0,12</td>
<td>0,27</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>12,1</td>
<td>0,087</td>
<td>0,17</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>15,3</td>
<td>0,16</td>
<td>0,042</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>2,17</td>
<td>0,028</td>
<td>0,084</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>4,19</td>
<td>0,107</td>
<td>0,032</td>
</tr>
</tbody>
</table>

846(905). По графику (рис. 93) определить магнитную про-
ницаемость стали при индукции $B_0$ намагничивающего поля
0,4 мТл и 1,2 мТл.

847(906). Во сколько раз изменится магнитный поток, если
чугунный сердечник в соленоиде заменить стальным таких же
размеров? Индукция намагничивающего поля $B_0 = 2,2$ мТл.
Использовать рисунок 93.

848(907). Внутри соленоида без сердечника индукция поля
$B_0 = 2$ мТл. Каким станет магнитный поток, если в соленоид
ввести чугунный сердечник площадью поперечного сечения
100 см$^2$? Использовать рисунок 93.

ГЛАВА X
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК
В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

40. Электрический ток в металлах,
полупроводниках, вакууме

849(в). Сила тока в лампочке карманного фонаря 0,32 А.
Сколько электронов проходит через поперечное сечение нити
накала за 0,1 с?

850(775). Найти скорость упорядоченного движения элек-
тронов в проводе площадью поперечного сечения 5 мм$^2$ при
силе тока 10 А, если концентрация электронов проводимости
$5 \cdot 10^{-28}$ м$^{-3}$. 

119
851(н). Через два медных проводника, соединенных последовательно, проходит ток. Сравнить скорость упорядоченного движения электронов, если диаметр второго проводника в 2 раза меньше, чем первого.

852(н). Найти скорость упорядоченного движения электронов в стальном проводнике, концентрация электронов проводимости в котором \( n = 10^{28} \text{ м}^{-3} \), при напряженности поля \( E = 96 \text{ мВ/м} \).

853(776). Найти скорость упорядоченного движения электронов в медном проводе площадью поперечного сечения 25 мм² при силе тока 50 А, считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости.

854(н). При какой температуре сопротивление серебряного проводника станет в 2 раза больше, чем при 0 °C?

855(н). Для определения температурного коэффициента сопротивления меди на катушку медной проволоки подавали одно и то же напряжение. При погружении этой катушки в тающий лед сила тока была 14 мА, а при опускании в кипяток сила тока стала 10 мА. Найти по этим данным температурный коэффициент сопротивления меди.

856(н). Почему электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент включения?

857(н). Почему в момент включения в сеть мощного приемника (например, электрокамина) лампочки в квартире могут на мгновение едва пригаснуть?

858(810). На сколько процентов изменится мощность, потребляемая электромагнитом, обмотка которого выполнена из медной проволоки, при изменении температуры от 0 до 30 °C?

859(811). На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити.

860(н). Найти удельное сопротивление стали при 50 °C. Учтите, что в таблице 9 «Приложений» приведены удельные сопротивления при 20 °C.

861(873). Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре \( n = 3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} \). Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов?

862(874). Доказать рассуждением, что соединение InAs (арсенид индия), в котором количества (в молях) индия и мы-
шька одинаковы, обладает проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge, Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка?

863(875). Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германии, чтобы получить электронную проводимость?

864(876). К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и резистора сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была 5 мА. Когда термистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 10 мА. Во сколько раз изменилось в результате нагрева сопротивление термистора?

865(877). На рисунке 94 приведены графики зависимости силы тока, идущего через фоторезистор, от приложенного напряжения. Какой график относится к освещенному фоторезистору и какой к нахождениюмуся в темноте? Применим ли закон Ома к данному фоторезистору и при каких условиях? Во сколько раз сопротивление освещенного фоторезистора меньше затемненного?

866(878). Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же направлении) увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора?

867(879). Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока 5 мА, а при напряжении — 10 В сила тока 0,1 мА.

868(879). В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 12 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

869(866). При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра?

870(867). Скорость электрона при выходе с поверхности катода, покрытого оксидом бария, уменьшилась в два раза. Найти скорость электрона до и после выхода из катода.
871(868). В диоде электрон подходит к аноду со скоростью 8 Мм/с. Найти анодное напряжение.

872(869). В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение равно 16 кВ, а расстояние от анода до экрана составляет 30 см. За какое время электроны проходят это расстояние?

873(870). Расстояние между катодом и анодом диода равно 1 см. Сколько времени движется электрон от катода к аноду при анодном напряжении 440 В? Движение считать равноускоренным.

874(871). В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией $W_k = 8$ кэВ движется между пластинами плоского конденсатора длиной $x = 4$ см. Расстояние между пластинами $d = 2$ см. Какое напряжение надо подать на пластину конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе из конденсатора оказалось равным $y = 0,8$ см?

875(872). В электронно-лучевой трубке поток электронов ускоряется полем с разностью потенциалов $U = 5$ кВ и попадает в пространство между вертикально отклоняющими пластинами длиной $x = 5$ см, напряженность поля между которыми $E = 40$ кВ/м. Найти вертикальное смещение $y$ луча на выходе из пространства между пластинами.

41. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов.

Электрический ток в газах

876(840). Электрическую лампу включили в сеть последовательно с электролитической ванной, наполненной слабым раствором поваренной соли. Изменится ли накал лампы, если добавить в раствор еще некоторое количество соли? При возможности проверьте свой ответ на опыте.

877(841). Электрический ток пропускают через электролитическую ванну, наполненную раствором медного купороса. Угольные электроды погружены в раствор приближительно на половину своей длины. Как изменится масса меди, выделяющейся на катоде за один и тот же небольшой промежуток времени, если: а) заменить угольный анод медным такой же форм-
мы и объема; б) заменить угольный катод медным; в) увеличить напряжение на электродах; г) долить электролит той же концентрации; д) увеличить концентрацию раствора; е) сблизить электроды; ж) уменьшить погруженную часть анода; з) уменьшить погруженную часть катода; и) нагреть раствор электролита? При возможности проверьте сделанные выводы на опыте (о массе выделяющейся меди можно судить по показаниям амперметра).

878(842). Две одинаковые электролитические ванны (А и В) наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне А больше, чем в ванне В. В какой из ванн выделяется больше меди, если их соединить последовательно? параллельно?

879(ПРГ). Сколько времени t (в минутах) длится покрытие изделия слоем металла массой m при силе тока I?

<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>Параметры</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>m, мг</td>
</tr>
<tr>
<td>Никель (Ni)</td>
<td>1800</td>
</tr>
<tr>
<td>Олово (Sn)</td>
<td>650</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро (Ag)</td>
<td>210</td>
</tr>
<tr>
<td>Хром (Cr)</td>
<td>870</td>
</tr>
<tr>
<td>Цинк (Zn)</td>
<td>2120</td>
</tr>
</tbody>
</table>

880(844). При проведении опыта по определению электрохимического эквивалента меди были получены следующие данные: время прохождения тока 20 мин, сила тока 0,5 А, масса катода до опыта 70,4 г, масса после опыта 70,58 г. Какое значение электрохимического эквивалента меди было получено по этим данным?

881(845). Последовательно с электролитической ванной, заполненной солью никеля, включена ванна, в которой находится соль хрома. После размыкания цепи в первой ванне выделилось 10 г никеля. Сколько хрома выделилось во второй ванне?

882(н). Найти электрохимические эквиваленты двух- и трехвалентного кобальта.

883(848). Зная электрохимический эквивалент серебра, вычислить электрохимический эквивалент золота.

884(849). Сравнить массы трехвалентного железа и двухвалентного магния, выделенные на катодах при последовательном соединении электролитических ванн.
885(н). Какое количество вещества осаждается на катоде из соли любого двухвалентного металла за 40 мин при силе тока 4 А? Проверьте решение на примере меди, электрохимический эквивалент которой найдите в таблице 10.

886(850). При электрическом получении алюминия используются ванны, работающие под напряжением 5 В при силе тока 40 кА. Сколько требуется времени для получения 1 т алюминия и каков при этом расход энергии?

887(851). Сравните затраты электроэнергии на получение электролитическим путем одинаковых масс алюминия и меди, если по нормам напряжение на ванне при получении алюминия в 14 раз больше, чем при рафинировании меди.

888(852). Каков расход энергии на рафинирование 1 т меди, если напряжение на электролитической ванне по техническим нормам равно 0,4 В?

889(853). Сколько электроэнергии надо затратить для получения 2,5 л водорода при температуре 25 °C и давлении 100 кПа, если электролиз ведется при напряжении 5 В и КПД установки 75%?

890(854). Деталь надо покрыть слоем хрома толщиной 50 мкм. Сколько времени потребуется для покрытия, если норма плотности тока1 при хромировании 2 кА/м²?

891(855). В технических справочниках по применению гальваностегии приводится величина $\frac{h}{jt}$, характеризующая скорость роста толщины $h$ покрытия при единичной плотности тока $j$. Доказать, что эта величина равна отношению электрохимического эквивалента $k$ данного металла к его плотности $\rho$.

892(856). Используя решение предыдущей задачи, рассчитать толщину слоя, осевшего на изделие за 1 ч, при лужении (покрытие слоем) и серебрении, если при лужении применяется плотность тока 1 А/дм², а при серебрении — 0,5 А/дм².

893(857). Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно 10⁸ пар ионов в одном кубическом сантиметре, площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см² и расстояние между ними 5 см?

---

1 Плотность тока $j$ выражается отношением силы тока $I$ к площади $S$ поперечного сечения проводника: $j = \frac{I}{S}$.  

124
894(н). При какой напряженности поля начнется самостоятельный разряд в водороде, если энергия ионизации молекул равна 2,5 · 10^{-18} Дж, а средняя длина свободного пробега 5 мкм? Какую скорость имеют электроны при ударе о молекулу?

895(860). Расстояние между электродами в трубке, наполненной парой ртути, 10 см. Какова средняя длина свободного пробега электрона, если самостоятельный разряд наступает при напряжении 600 В? Энергия ионизации паров ртути 1,7 · 10^{-18} Дж. Поле считать однородным.

896(862). Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами произойдет пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

897(863). Если, не изменения расстояния между разрядниками электрофорной машины и поддерживающая примерно постоянную частоту вращения, отключить при помощи соединительного стержня конденсаторы (лейденские банки), то характер разряда существенно изменится: вместо мощной искры, просякакивающей через заметные промежутки времени, будет очень часто проскакивать слабая искра. Объясните причину явления. При возможности проверьте на опыте.

898(864). Молния представляет собой прерывистый разряд, состоящий из отдельных импульсов длительностью примерно 1 мс. Заразд, проходящий по каналу молнии за один импульс, равен 20 Кл, а среднее напряжение на концах канала равно 2 ГВ. Какова сила тока и мощность одного импульса? Какая энергия выделяется при вспышке молнии, если она состоит из 5 разрядов?

899(865). При перенапряжении между рогами разрядника (рис. 95) возникает плазменная дуга. Почему дуга сначала возникает внизу, а затем перемещается вверх и гаснет?

900(н). Концентрация ионизованных молекул воздуха при нормальных условиях была равна 2,7 · 10^{22} м^{-3}. Сколько процентов молекул ионизовано? Какова степень ионизации плазмы?

901(н). При какой температуре $T$ в воздухе будет полностью ионизованная плазма? Энергия ионизации молекул азота $W = 2,5 · 10^{-18}$ Дж. Энергия ионизации кислорода меньше.
ГЛАВА XI

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

42. Электromагнитная индукция.
ЭДС индукции. Самоиндукция.
Индуктивность.
Энергия магнитного поля тока

902(908). На рисунке 96 приведены различные случаи электромагнитной индукции. Сформулировать и решить задачу для каждого случая.

903(909). Будет ли в рамке ABCD (рис. 97) возникать индукционный ток, если рамку: а) вращать относительно неподвижного проводника с током ОО' , как показано на рисунке; б) вращать вокруг стороны AB; в) вращать вокруг стороны BC; г) двигать поступательно в вертикальном направлении; д) двигать поступательно в горизонтальном направлении?
904(911). Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравнить время падения магнитов. Ответы обосновать на основании правила Ленца и закона сохранения энергии.

905(912). Найти направление индукционного тока, возникающего в витке B (рис. 98), если в цепи витка A ключ замыкают и если этот ключ размыкают. Указать также направление индукционного тока, если при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.

906(913). Если вращать магнит (рис. 99), то замкнутый виток проволоки, укрепленный на оси, начинает вращаться. Объяснить явление и определить направление вращения витка.
907(914). Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов вызвать колебание его стрелки, то и у другого прибора стрелка тоже начнет колебаться. Объясните опыт и при возможности проверьте.

908(915). Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее, если корпус прибора пластмассовый?

909(916). Объяснить принцип торможения трамвая, когда водитель, отключив двигатель от контактной сети (рис. 100), переводит его в режим генератора (ключ переводится из положения 1 в положение 2). Как зависит ускорение (быстрота торможения) трамвая: а) от нагрузки (сопротивления резистора) при данной скорости движения трамвая; б) от скорости трамвая при данной нагрузке?

910(н). По какому закону должен изменяться магнитный поток в зависимости от времени, чтобы ЭДС индукции, возникающая в контуре, оставалась постоянной?

911(н). За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.

912(918). Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нём ЭДС индукции 120 В.

913(н). Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см², чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В?

---

1 В этой и последующих задачах считать, что магнитный поток изменяется в зависимости от времени по линейному закону.
914(в). Внутри витка радиусом 5 см магнитный поток изменился на 18,6 мВб за 5,9 мс. Найти напряженность вихревого электрического поля в витке.

915(в). Какой заряд \( q \) пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого \( R = 0,03 \) Ом, при уменьшении магнитного потока внутри витка на \( \Delta \Phi = 12 \) мВб?

916(в). В магнитное поле индукцией \( B = 0,1 \) Тл помещен контур, выполненный в форме кругового витка радиусом \( R = 3,4 \) см. Виток сделан из медной проволоки, площадь поперечного сечения которой \( S = 1 \) мм\(^2\). Нормаль к плоскости витка совпадает с линиями индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка при исчезновении поля?

917(в). В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения 1,4 мм\(^2\), скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с. Найти силу индукционного тока.

918(920). Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.

919(921). С какой скоростью надо перемещать проводник, длина активной части которого 1 м, под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл.

920(922). Проводник \( MN \) (рис. 101) с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника и сопротивлением подводящих проводников пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если: а) проводник покойтся; б) проводник движется вправо со скоростью 4 м/с; в) проводник движется влево с такой же по модулю скоростью? В каком направлении и с какой скоростью надо перемещать проводник, чтобы через него не шел ток?

921(в). Какова индуктивность контура, если при силе тока 5 А в нем возникает магнитный поток 0,5 мВб?

922(в). Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью 0,2 мГн при силе тока 10 А?

923(925). Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самониндукции 20 мВ.
924(926). Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?

925(929). Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостата?

926(930). Последовательно с катушкой школьного трансформатора, надетой на разомкнутый сердечник, включена лампочка от карманного фонаря. В цепь подано такое напряжение, что лампочка горит в полный накал. Как изменяется яркость лампочки, если: а) сердечник замкнуть ярмом; б) некоторое время держать ярмо неподвижным; в) вынуть ярмо? При возможности проверьте на опыте, положив на сердечник спичку (инее ярмо трудно оторвать от сердечника).

927(930). В катушке индуктивностью 0,6 Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

928(931). Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью 0,5 Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж?

929(932). Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

930(ПРГ). При изменении силы тока в электромагните с \( I_1 \) до \( I_2 \) энергия магнитного поля изменилась на \( \Delta W \). Найти индуктивность электромагнита.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( I_2 ), А</th>
<th>( I_1 ), А</th>
<th>( \Delta W ), Дж</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>9,2</td>
<td>2,9</td>
<td>12,1</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>2,8</td>
<td>0</td>
<td>0,27</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>2,8</td>
<td>14,3</td>
<td>-1,7</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0</td>
<td>4,7</td>
<td>-3,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

931(ПРГ). При изменении силы тока в катушке, индуктивность которой \( L \), в \( n \) раз энергия магнитного поля изменилась на \( \Delta W \). Найти начальные значения энергии \( W_1 \) и силы тока \( I_1 \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( n )</th>
<th>( \Delta W ), Дж</th>
<th>( L ), Гн</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1,72</td>
<td>4,18</td>
<td>0,62</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>5,13</td>
<td>16,2</td>
<td>0,11</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>21,6</td>
<td>8,71</td>
<td>0,036</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,81</td>
<td>-2,2</td>
<td>0,68</td>
</tr>
</tbody>
</table>
ГЛАВА XII

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

43. Превращение энергии
в колебательном контуре.
Гармонические колебания.
Собственная частота и период колебаний

932(в). Начальный заряд, сообщенный конденсатору колебательного контура, уменьшили в два раза. Во сколько раз изменились: а) амплитуда напряжения; б) амплитуда силы тока; в) суммарная энергия электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки?

933(в). При увеличении напряжения на конденсаторе колебательного контура на 20 В амплитуда силы тока увеличилась в 2 раза. Найти начальное напряжение.

934(983). В колебательном контуре индуктивность катушки равна 0,2 Гн, а амплитуда колебаний силы тока 40 мА. Найти энергию электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки в тот момент, когда мгновенное значение силы тока в 2 раза меньше амплитудного значения.

935(984). Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 400$ пФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мГн. Найти амплитуду колебаний силы тока $I_m$, если амплитуда колебаний напряжения $U_m = 500$ В.

936(в). Амплитуда силы тока в контуре 1,4 мА, а амплитуда напряжения 280 В. Найти силу тока и напряжение в тот момент времени, когда энергия магнитного поля катушки равна энергии электрического поля конденсатора.

937(в). Катушка индуктивностью 31 мГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью каждой пластины 20 см$^2$ и расстоянием между ними 1 см. Чему равна диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если амплитуда силы тока в контуре 0,2 мА и амплитуда напряжения 10 В?

---

1 В задачах данного параграфа считать, что: а) колебания в контуре незатухающие; б) зависимость заряда на конденсаторе от времени задана уравнением $q = q_m \cos \omega_0 t$; в) все величины даны в СИ.
938(ПРГ). В колебательном контуре емкость конденсатора $C$, индуктивность катушки $L$, амплитуда напряжения на конденсаторе $U$. В изучаемый момент времени напряжение на конденсаторе $u$. Найти: 1) амплитуду силы тока $I$; 2) полную энергию $W$; 3) энергию электрического поля $W_{el}$; 4) энергию магнитного поля $W_{m}$; 5) мгновенное значение силы тока $i$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$C$, $\Phi$</th>
<th>$L$, Гн</th>
<th>$U$, В</th>
<th>$u$, В</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>$10^{-6}$</td>
<td>0,04</td>
<td>100</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>$3,2 \cdot 10^{-5}$</td>
<td>0,52</td>
<td>210</td>
<td>110</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>$1,8 \cdot 10^{-11}$</td>
<td>$2,2 \cdot 10^{-5}$</td>
<td>508</td>
<td>420</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>$1,8 \cdot 10^{-11}$</td>
<td>$2,2 \cdot 10^{-5}$</td>
<td>508</td>
<td>508</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>$1,8 \cdot 10^{-11}$</td>
<td>$2,2 \cdot 10^{-5}$</td>
<td>508</td>
<td>0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

939(985). Заряд $q$ на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени $t$ в соответствии с уравнением $q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t$. Записать уравнение $i = i(t)$, выражающее зависимость силы тока от времени. Найти период и частоту колебаний в контуре, амплитуду колебаний заряда и амплитуду колебаний силы тока.

940(986). Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 1 мкФ и катушки индуктивностью 4 Гн. Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 100 мкКл. Написать уравнения $q = q(t)$, $i = i(t)$, $u = u(t)$. Найти амплитуду колебаний силы тока и напряжения.

941(н). Емкость конденсатора колебательного контура 0,4 мкФ, частота собственных колебаний 50 кГц, амплитуда заряда 8 мкКл. Написать уравнения $q = q(t)$, $u = u(t)$, $i = i(t)$. Найти амплитуду напряжения, амплитуду силы тока и индуктивность катушки.

942(н). Через какое время (в долях периода $\frac{t}{T}$) на конденсаторе колебательного контура будет заряд, равный половине амплитудного значения?

943(н). Амплитуда напряжения в контуре 100 В, частота колебаний 5 МГц. Через какое время напряжение будет 71 В?

944(ПРГ). При каком значении напряжения на конденсаторе колебательного контура (в долях амплитудного значения $\frac{u}{U_{max}}$) и через сколько времени (в долях периода $\frac{t}{T}$) энергия
945(ПРГ). Найти период $T$ и частоту $\nu$ колебаний в контуре, емкость конденсатора в котором $C$, индуктивность катушки $L$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$C, \Phi$</th>
<th>$L, \text{Гн}$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>$5,81 \cdot 10^{-7}$</td>
<td>0,161</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>$4,19 \cdot 10^{-8}$</td>
<td>$2,32 \cdot 10^{-2}$</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>$8,39 \cdot 10^{-9}$</td>
<td>$1,42 \cdot 10^{-3}$</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>$7,47 \cdot 10^{-10}$</td>
<td>$9,41 \cdot 10^{-4}$</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>$9,11 \cdot 10^{-11}$</td>
<td>$3,11 \cdot 10^{-5}$</td>
</tr>
</tbody>
</table>

946(979). Каков диапазон частот собственных колебаний в контуре, если его индуктивность можно изменять в пределах от 0,1 до 10 мкГн, а емкость — в пределах от 50 до 5000 пФ?

947(980). Катушку какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту свободных колебаний 10 МГц?

948(981). Во сколько раз изменится частота собственных колебаний в колебательном контуре, если емкость конденсатора увеличить в 25 раз, а индуктивность катушки уменьшить в 16 раз?

949(н). При увеличении емкости конденсатора колебательного контура на 0,08 мкФ частота колебаний уменьшилась в 3 раза. Найти первоначальную емкость конденсатора. Индуктивность катушки осталась прежней.

950(ПРГ). При изменении емкости конденсатора колебательного контура на $\Delta C$ ($\Delta C = C_2 - C_1$) период колебаний изменился в $n$ раз ($T_2 = n T_1$). Найти первоначальную емкость $C_1$. Индуктивность катушки осталась неизменной.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$\Delta C, \text{мкФ}$</th>
<th>$n$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,08</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>4,1</td>
<td>2,06</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>$0,72$</td>
<td>14,1</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>$-0,21$</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>$-0,63$</td>
<td>0</td>
</tr>
</tbody>
</table>
44. Переменный ток

951(н). Частоту вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменится частота переменного тока в рамке и ЭДС индукции?

952(н). Рамка площадью 200 см$^2$ вращается с частотой 8 с$^{-1}$ в магнитном поле индукцией 0,4 Тл. Написать уравнения $\Phi = \Phi(t)$ и $e = e(t)$, если при $t = 0$ нормаль к плоскости рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Найти амплитуду ЭДС индукции.

953(987). При вращении проволочной рамки в однородном магнитном поле пронизывающий рамку магнитный поток изменяется в зависимости от времени по закону $\Phi = 0,01 \sin 10\pi t$. Вычислив производную $\Phi'$, написать формулу зависимости ЭДС от времени $e = e(t)$. В каком положении была рамка в начале отсчета времени? Какова частота вращения рамки? Чему равны максимальные значения магнитного потока и ЭДС?

954(989). Сколько витков имеет рамка площадью 500 см$^2$, если при вращении ее с частотой 20 с$^{-1}$ в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл амплитудное значение ЭДС равно 63 В?

955(991). Какую траекторию опишет электрон, пролетая между пластинами плоского конденсатора, на которые подано: а) постоянное напряжение; б) переменное напряжение достаточно высокой частоты?

956(992). Будет ли проходить ток через электролитическую ванну с раствором медного купороса, если ее подключить к источнику переменного напряжения? Будет ли выделяться на электродах медь?

957(993). По графику (рис. 102) найти амплитудное значение переменной ЭДС, ее период и частоту. Записать формулу изменения ЭДС со временем.

958(995). Какое значение принимает напряжение через 10, 15 и 30 мс, если амплитуда напряжения 200 В и период 60 мс?

---

1 В этой и последующих задачах, если нет специальных оговорок, считать, что рассматриваемые величины изменяются в зависимости от времени и по закону косинуса и начальная фаза равна нулю.
959(ПРГ). Через $k$-ю часть периода мгновенное значение напряжения равно $u_1$. Найти значение напряжения $u_2$ при фазе $\varphi$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$\varphi$, рад</th>
<th>$u_1$, В</th>
<th>$h$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>$\frac{\pi}{4}$</td>
<td>50</td>
<td>0,16</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,11</td>
<td>131</td>
<td>0,13</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>$\pi$</td>
<td>210</td>
<td>0,9</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>$\frac{\pi}{2}$</td>
<td>233</td>
<td>0,7</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>$\pi$</td>
<td>-14</td>
<td>0,5</td>
</tr>
</tbody>
</table>

960(998). На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее напряжение $430$ кВ?

961(997). Написать уравнения, выражающие зависимость напряжения и силы тока от времени для электроплитки сопротивлением $50$ Ом, включенной в сеть переменного тока с частотой $50$ Гц и напряжением $220$ В.

962(в). При каких фазах в пределах одного периода мгновенное значение напряжения равно по модулю половине амплитудного?

963*(998). Неоновая лампа начинает светиться, когда напряжение на ее электродах достигает строго определенного значения. Какую часть периода будет светить лампа, если ее включить в сеть, действующее значение напряжения в которой равно этому напряжению? Считать, что напряжение, при котором лампа гаснет, равно напряжению зажигания.

964(в). Конденсатор переменной емкости включен в цепь последовательно с лампочкой от карманного фонаря. Схема питается от генератора звуковой частоты ЗГ. Как изменяется накал лампочки, если: а) не меняя емкости конденсатора, увеличивать частоту переменного тока; б) не меняя частоту, увеличивать емкость конденсатора?

965(1000). Каково сопротивление конденсатора емкостью $4$ мкФ в цепи с частотой переменного тока $50$ и $400$ Гц?

966(1001). Конденсатор включен в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в сети $220$ В. Сила тока в цепи этого конденсатора $2,5$ А. Какова емкость конденсатора?

967(в). Последовательно с лампочкой карманного фонаря к ЗГ подключена катушка. Как изменится накал лампочки, ес-

---

1 ЗГ — «звуковой генератор» — источник переменного тока, частоту которого можно плавно изменять от 20 до 20 000 Гц.
ди: a) не меняя частоту, поместить в катушку железный сердечник; b) уменьшить частоту?

968(1003). Каково индуктивное сопротивление катушки индуктивностью 0,2 Гн при частоте тока 50 Гц? 400 Гц?

969(1004). Катушка 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?

970(1005). Лампы (рис. 103) питаются от ЗГ. При некоторой частоте накал ламп одинаков. Как изменится накал, если частоту: a) увеличить; b) уменьшить?

971(1006). Цепи, изображенные на рисунке 104, a, b, c, d, питаются сначала от источника переменного тока, причем действующее значение переменного напряжения равно напряжению на полюсах источника постоянного тока. Как при этом изменились показания амперметра?

972(1009). В цепь переменного тока с частотой 400 Гц включена катушка индуктивностью 0,1 Гн. Конденсатор какой емкости надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?

973(ПРГ). Конденсатор емкостью с, катушка индуктивностью L и лампочка от карманного фонаря соединены последовательно и подключены к ЗГ. При какой частоте в лампочка горит ярче всего?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>L, Гн</th>
<th>C \cdot 10^{-6}, Ф</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,05</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,042</td>
<td>4,3</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,011</td>
<td>0,51</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,0077</td>
<td>0,97</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,083</td>
<td>7,2</td>
</tr>
</tbody>
</table>
974(п). Почему турбогенераторы, вырабатывающие ток стандартной частоты (50 Гц), имеют, как правило, одну пару полюсов, а гидрогенераторы — во много раз больше?

975(1013). Допустим ли, сняв катушку школьного трансформатора с сердечника, подавать на нее переменное напряжение, указанное на катушке?

976(1014). Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 до 660 В. Каков коэффициент трансформации? Сколько витков содержится во вторичной обмотке? В какой обмотке провод имеет большую площадь поперечного сечения?

977(п). Чтобы узнать, сколько витков содержится в первичной и вторичной обмотках трансформатора, на вторичную катушку намотали 11 витков провода. При включении первичной обмотки в сеть напряжением 220 В вольтметр показал, что на обмотке с 11 витками напряжение равно 4,4 В, а на вторичной обмотке — 12 В. Сколько витков в первичной и вторичной обмотках?

978(1015). Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации, равным 10, включен в сеть напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,2 Ом, а сопротивление полезной нагрузки 2 Ом?

979*(1016). Трансформатор включен в сеть (рис. 105). Как изменяются показания приборов при увеличении полезной нагрузки (уменьшении сопротивления R резистора)?

980(1017). Вторичная обмотка трансформатора, имеющая 99 витков, пронизывается магнитным потоком, изменяющимся со временем по закону \( \Phi = 0,01 \sin 100t \). Написать формулу, выражающую зависимость ЭДС во вторичной обмотке от времени, и найти действующее значение этой ЭДС.
ГЛАВА XIII

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

45. Электромагнитные волны
и скорость их распространения.
Энергия электромагнитной волны.
Плотность потока излучения. Радиолокация

981(в). Можно ли выбрать такую систему отсчета, в которой
индукция магнитного поля электронного пучка была бы равна
нулю?

982(н). Система отсчета (см. условие предыдущей задачи)
dвижется со скоростью, большей скорости движения электро-
nов в пучке. Что можно сказать о направлении линий индукции
поля?

983(н). Можно ли выбрать такую систему отсчета, в которой
магнитная индукция поля прямого проводника с током была
бы равна нулю? Что можно сказать о направлении линий индукции,
если система отсчета движется со скоростью, большей
скорости упорядоченного движения электронов в проводнике?

984(п). Почему при приеме радиопередач на средних и
длинных волнах с приближением грозы появляются помехи?

985(н). Каков период колебаний в открытом колебательном
контуре, излучающем радиоволны с длиной волны 300 м?

986(н). Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц
(УКВ). Найти длину волны.

987(1043). В радиоприемнике один из коротковолновых
dиапазонов может принимать передачи, длина волны которых
24—26 м. Найти частотный диапазон.

988(1044). Ручной настройкой радиоприемника мы изменя-
ем рабочую площадь пластин воздушного конденсатора пере-
менной емкости в приемном колебательном контуре. Как из-
меняется рабочая площадь пластин при переходе на прием
станции, ведущей передачу на более длинных волнах?

989(н). Катушка приемного контура радиоприемника имеет
индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если
идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?

188
990(н). В каком диапазоне длин волн работает приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре можно плавно изменять от 200 до 1800 пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна 60 мкГн?

991(н). Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону: \( i = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \tau t \). Найти длину излучаемой волны.

992(н). Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2000 Гц?

993(1047). Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна 1,2 Тм. Через какой минимальный промежуток времени может быть получена ответная информация с космического корабля, находящегося в районе Сатурна, на радиосигнал, посланный с Земли?

994(1048). Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36 000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телезиоров системы «Орбита»?

995(1049). На каком расстоянии от антенны радиолокатора находится объект, если отраженный от него радиосигнал возвратился обратно через 200 мкс?

996(н). На расстоянии 300 м от Останкинской телевизионной башни плотность потока излучения максимальна и равна 40 мВт/м². Какова плотность потока излучения на расстоянии уверенного приема, равном 120 км?

997(н). Плотность энергии электромагнитной волны равна 4 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3. Найти плотность потока излучения.

998(н). Плотность потока излучения равна 6 мВт/м². Найти плотность энергии электромагнитной волны.

999(н). Максимальная напряженность электрического поля электромагнитной волны по санитарным нормам не должна превышать 5 В/м. Найти допустимую плотность потока электромагнитного излучения.

1000(н). Мощность импульса радиолокационной станции 100 кВт. Найти максимальную напряженность электрического

---

1 Плотность энергии электромагнитной волны равна удвоенной плотности энергии электростатического поля: \( \omega = \varepsilon_0 \varepsilon E^2 \).
поля волны в точке, где площадь поперечного сечения конуса излучения равна 2,3 км².

1001(1050). Каким может быть максимальное число импульсов, посылаемых радиолокатором за 1 с, при разведывании цели, находящейся на расстоянии 30 км от него?

1002(в). Радиолокатор работает на волне 15 см и дает 4000 импульсов в 1 с. Длительность каждого импульса 2 мкс. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе и какова глубина разведки локатора?

1003(в). Время горизонтальной развертки электронно-лучевой трубки радиолокатора 2 мс. Найти наибольшую глубину разведки.

1004(ПРГ). Радиолокационная станция излучает n импульсов в 1 с с длиной волны λ. Мощность одного импульса P₁, а продолжительность τ. Найти: 1) энергию одного импульса W₁; 2) среднюю полезную мощность P станции; 3) расстояние r в пространстве (по лучу), занимаемое одним импульсом; 4) число k длин волн в одном импульсе; 5) плотность потока излучения I на расстоянии, где площадь поперечного сечения конуса излучения S; 6) плотность электромагнитной энергии w в этой области.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>P₁ · 10⁴, Вт</th>
<th>τ · 10⁻⁷, с</th>
<th>n, с⁻¹</th>
<th>λ, м</th>
<th>S · 10⁻⁸, м²</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1000</td>
<td>0,03</td>
<td>1,4</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>3,6</td>
<td>2,7</td>
<td>990</td>
<td>0,037</td>
<td>1,76</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>13</td>
<td>4,1</td>
<td>870</td>
<td>0,044</td>
<td>2,2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>6,1</td>
<td>9,2</td>
<td>1050</td>
<td>0,062</td>
<td>3,7</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>27</td>
<td>1,3</td>
<td>1200</td>
<td>0,027</td>
<td>4,18</td>
</tr>
</tbody>
</table>
46. Скорость света.
Законы отражения и преломления.
Полное отражение

1005(1147). Сколько времени идет свет от Солнца до Земли?
1006(п). От ближайшей звезды (α-Центавра) свет доходит до
Земли за 4,3 года. Каково расстояние до звезды?
1007(1148). В историческом опыте Физо по определению
скорости света расстояние между колесом, имеющим \( N = 720 \)
zубцов, и зеркалом было \( l = 8633 \) м. Свет исчез в первый раз
при частоте вращения зубчатого колеса \( v = 12,67 \) с\(^{-1}\). Какое
значение скорости света получил Физо?
1008(1140). В 1875 г. метод Физо был использован фран-
цузским физиком Корню, который, значительно увеличив час-
tоту вращения колеса, зарегистрировал 28 последовательных
исчезновений и появлений света. Какое значение скорости све-
tа получил Корню, если расстояние от колеса до зеркала было
23 000 м, число зубцов 200, а 28-е появление света наблюдало-
лось при частоте вращения колеса 914,3 с\(^{-1}\)?
1009(1073). Под каким углом должен падать луч на плоское
зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами
был равен 70°?
1010(1076). Изобразить два взаимно перпендикулярных
зеркала \( AO \) и \( OB \), луч \( CD \), падающий на зеркало \( OB \), и на-
правления \( DE \) и \( EF \) дальнейшего хода этого луча. Доказать,
что луч \( EF \) параллелен лучу \( CD \) при любом угле падения луча
\( CD \).
1011(1077). Как при помощи двух плоских зеркал можно
проводить наблюдения из-за укрытия? При возможности изго-
tовьте такой прибор (зеркальный перископ).
1012(п). Угловая высота Солнца над горизонтом \( \alpha = 20^\circ \).
Как надо расположить плоское зеркало, чтобы отраженные
лучи направить: а) вертикально вверх; б) вертикально вниз?
1013(1079). Человек, стоящий на берегу озера, видит в
гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет пе-
ретемещаться это изображение при удалении человека от озера? Солнечные лучи считать параллельными.

1014(1080). Используя условие предыдущей задачи, найти, на сколько должен человек наклониться (понизить уровень глаз), чтобы изображение Солнца в воде приблизилось к берегу на 80 см, если высота Солнца над горизонтом 25°?

1015(1081). Человек смотрит в зеркало, подвешенное вертикально. Будут ли изменяться размеры видимой в зеркале части тела человека по мере удаления его от зеркала? Ответ пояснить построением и проверить на опыте.

1016(ПРГ). На какой высоте $h$ находится аэростат $A$, если с маяка высотой $H$ он виден под углом $\alpha$ над горизонтом, а его изображение в озере видно под углом $\beta$ под горизонтом? Каково расстояние $BC = s$ (рис. 106)?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$\beta, ^{\circ}$</th>
<th>$\alpha, ^{\circ}$</th>
<th>$H, м$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>27,7</td>
<td>25,4</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>21,4</td>
<td>19,8</td>
<td>72</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>17,1</td>
<td>15,6</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>51,2</td>
<td>47,7</td>
<td>28</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>88,2</td>
<td>84,8</td>
<td>62</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1017(п). Зная скорость света в вакууме, найти скорость света в алмазе.

1018(п). Сравнить скорость света в этиловом спирте и сероуглероде.

Рис. 106
1019(1084). Почему, сидя у горящего костра, мы видим предметы, расположенные по другую сторону костра, колеблющимися?

1020(1085). Почему, измеряя высоту небесного тела над горизонтом, мы находим ее большей, чем она есть в действительности?

1021(1086). Угол падения луча на поверхность подсолнечного масла 60°, а угол преломления 36°. Найти показатель преломления масла.

1022(1086). На какой угол отклонится луч от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

1023(1087). Водолазу, находящемусся под водой, солнечные лучи кажутся падающими под углом 60° к поверхности воды. Какова угловая высота Солнца над горизонтом?

1024(1088). Луч падает на поверхность воды под углом 40°. Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?

1025(1089). В каких случаях угол падения равен углу преломления?

1026(1090). Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35°. Найти угол преломления.

1027(1091). Вода налива в аквариум прямоугольной формы. Угол падения луча света на стеклянную стенку 78,1°. Найти угол преломления луча в воде при выходе из стекла. Зависит ли от того, что он больше стенок: a) толщины стенок; б) показателя преломления данного сорта стекла?

1028(1091). Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

1029(1092). Под каким углом должен упасть луч на стекло, чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

1030(1093). Найти угол падения α луча на поверхность прозрачной среды, если известно, что он больше угла преломления на угол φ.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Среда</th>
<th>Вода</th>
<th>Стекло</th>
<th>Алмаз</th>
<th>Сероуглерод</th>
<th>Спирт</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>φ, °</td>
<td>10</td>
<td>17,2</td>
<td>26</td>
<td>41</td>
<td>36,7</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1 В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, второй средой является воздух, показатель преломления которого считать равным 1.
1031(1094). Возьмите неглубокую чайную чашку, поставьте на стол и положите на ее дно монету. После этого отойдите от стола так, чтобы край чашки закрывал монету. Теперь, не меняя положения головы, попросите товарища налит в чашку воды. Монета станет снова видна. Сделайте чертеж, объясните явление.

1032(1095). На дне пустого сосуда (рис. 107) лежит зеркало. Как будет изменяться ход отраженного луча по мере заполнения сосуда водой?

Рис. 107

1033(1096). Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка попадет в дно ручья, если мальчик, точно прицелившись, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

1034*(1097). В дно водоема глубиной 2 м вбита свая, на 0,5 м выступающая из воды. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения лучей 70°.

1035(1098). В сосуде с водой находится полая (наполненная воздухом) призма, склеенная из стекла (рис. 108). Начертить дальнейший ход луча SA (указать лишь общий характер хода луча, не производя вычислений).

1036(1100). Луч падает под углом 60° на стеклянную пластину толщиной 2 см с параллельными гранями. Определить смещение луча, вышедшего из пластин.

1037(1101). Найти смещение α луча, проходящего через прозрачную пластину с параллельными гранями, если угол надления луча равен α, угол преломления γ, а толщина пластины d. Может ли луч, пройдя через пластину с параллельными гранями, сместиться так, чтобы расстояние между ним и его первоначальным направлением было больше толщины пластины?

1038(1102). Вечером луч света от уличного фонаря падал под некоторым углом на поверхность воды в пруду. В мороз-
нную ночь пруд стал покрываться слоем прозрачного льда, который постепенно нарастал. Как изменялся ход луча в воде? Показатель преломления льда несколько меньше, чем воды.

1039(1103). Где за ширмой (рис. 109, a, б) находится плоское зеркало, а где — треугольная стеклянная призма? Сделать пояснительные чертежи, указав ход лучей за ширмой.

Рис. 109

1040(1104). Начертить дальнейший ход лучей, падающих в точки A и B от источника, находящегося на дне сосуда, в который налит вода (рис. 110).

Рис. 110

1041(1105). С повышением температуры показатель преломления воды несколько уменьшается. Как при этом изменятся предельный угол полного отражения для воды?

1042(1106). Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен 34°?

1043(1108). При каком наименьшем значении преломляющего угла A стеклянной призмы BAC (рис. 111) луч SM будет претерпевать полное отражение?

1044(1109). Луч падает под углом 50° на прямую треугольную стеклянную призму с преломляющим углом 60°. Найти угол преломления луча при выходе из призмы.
1045*(1110). Луч падает перпендикулярно на боковую грань прямой стеклянной призмы, в основании которой лежит равнобедренный треугольник с углом при вершине 20°. На сколько градусов отклонится луч при выходе из призмы по сравнению с первоначальным направлением, если луч внутри призмы падает: а) на вторую боковую грань; б) на основание?

47. Дисперсия света. Интерференция, дифракция, поляризация света

1046(1151). Какие частоты колебаний соответствуют крайним красным (λ = 0,76 мкм) и крайним фиолетовым (λ = 0,4 мкм) лучам видимой части спектра?

1047(1152). Сколько длин волн монохроматического излучения с частотой 600 ТГц укладывается на отрезке 1 м?

1048(1155). Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде? Какой цвет видит человек, открывший глаза под водой?

1049(1156). Для данного света длина волны в воде 0,46 мкм. Какова длина волны в воздухе?

1050(1157). Показатель преломления для красного света в стекле (тяжелый флинт) равен 1,6444, а для фиолетового — 1,6852. Найти разницу углов преломления в стекле данного сорта, если угол падения равен 80°.

1051(1158). Какими будут казаться красные буквы, если их рассматривать через зеленое стекло?

1052(1159). Через призму смотрят на большую белую стену. Будет ли эта стена окрашена в цвета спектра?

1053(1160). На черную классную доску наклеили горизонтальную полоску белой бумаги. Как окрасится верхний и нижний края этой полоски, если на нее смотреть сквозь призму, обращенную преломляющим ребром вверх?

1054(1162). Для получения на экране MN (рис. 112) интерференционной картины поместили источник света S над поверхностью плоского зеркала A на малом расстоянии от него. Объяснить причину возникновения системы когерентных световых волн.

146
1055(н). Две когерентные световые волны приходят в некоторую точку пространства с разностью хода 2,25 мкм. Каков результат интерференции в этой точке, если свет: а) красный ($\lambda = 750$ нм); б) зеленый ($\lambda = 500$ нм)?

1056(1161). Два когерентных источника белого света $S_1$ и $S_2$ освещают экран $AB$, плоскость которого параллельна направлению $S_1S_2$ (рис. 113). Доказать, что на экране в точке $O$, лежащей на перпендикуляре, опущенном на экран из середины отрезка $S_1S_2$, соединяющего источники, будет максимум освещенности.

1057(н). Экран $AB$ освещен когерентными монохроматическими источниками света $S_1$ и $S_2$ (рис. 113). Усиление или ослабление будет на экране в точке $C$, если: а) от источника $S_2$ свет приходит позже на 2,5 периода; б) от источника $S_2$ приходит с запазданием по фазе на $3\pi$; в) расстояние $S_2C$ больше расстояния $S_1C$ на 1,5 длины волны?

1058(н). Расстояние $S_2C$ (см. рис. 113) больше расстояния $S_1C$ на 900 нм. Что будет в точке $C$, если источники имеют одинаковую интенсивность и излучают свет с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц?

1059(1163). Два когерентных источника $S_1$ и $S_2$ (см. рис. 113) испускают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить, на каком расстоянии от точки $O$ на экране будет первый максимум освещенности, если $OC = 4$ м и $S_1S_2 = 1$ мм.

1060(1165). Как изменяется интерференционная картина на экране $AB$ (см. рис. 113), если: а) не изменяя расстояния между источниками света, удалять их от экрана; б) не изменяя расстояния до экрана, сближать источники света; в) источники света будут испускать свет с меньшей длиной волны?
1061(1166). Между двумя шлифованными стеклянными пластинами попал волос, вследствие чего образовался воздушный клин. Почему в отраженном свете можно наблюдать интерференционную картину?

1062(1167). Почему при наблюдении на экране интерференционной картины от тонкой мыльной пленки, полученной на вертикально расположенном каркасе, в отраженном монохроматическом свете расстояние между интерференционными полосами в верхней части меньше, чем в нижней?

1063(1168). Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса?

1064(1169). В школе есть дифракционные решетки, имеющие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них даст на экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

1065(1170). Как изменяется картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?

1066(1171). Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8°.

1067(1172). Определить угол отклонения лучей зеленого света (\(\lambda = 0,55\) мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой равен 0,02 мм.

1068(ПРТ). Линия с длиной волны \(\lambda_1\), полученная при помощи дифракционной решетки, в спектре порядка \(k_1\) видна под углом \(\varphi_1\). Найти, под каким углом \(\varphi_2\) видна линия с длиной волны \(\lambda_2\) в спектре порядка \(k_2\).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>(\lambda_1, \text{ нм})</th>
<th>(k_1)</th>
<th>(\varphi_1, \text{ град})</th>
<th>(k_2)</th>
<th>(\lambda_2, \text{ нм})</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>589</td>
<td>1</td>
<td>17</td>
<td>2</td>
<td>519</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>589</td>
<td>1</td>
<td>17</td>
<td>3</td>
<td>449</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>481</td>
<td>1</td>
<td>3,9</td>
<td>1</td>
<td>530</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>426</td>
<td>2</td>
<td>4,9</td>
<td>1</td>
<td>713</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>682</td>
<td>2</td>
<td>3,4</td>
<td>3</td>
<td>548</td>
</tr>
</tbody>
</table>

148
1069(1173). Для определения периода решетки на нее направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи с длиной волны 0,76 мкм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

1070(1174). Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 0,38 до 0,76 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

1071(1175). Свет, отраженный от поверхности воды, частично поляризован. Как убедиться в этом, имея полярOID?

1072(1176). Если смотреть на спокойную поверхность неглубокого водоема через полярOID и постепенно поворачивать его, то при некотором положении полярOIDа дно водоема будет лучше видно. Объяснить явление.

1073(1177). На рисунке 114 дан график изменения проекции напряженности электрического поля электромагнитной волны в зависимости от времени для данной точки пространства (луча). Найти частоту и длину волны.

1074(1178). На рисунке 115 дан график распределения проекции напряженности электрического поля электромагнитной волны по заданному направлению (лучу) в данный момент времени. Найти частоту колебаний.

1 В задачах 1069—1070 можно синусы углов заменить их тангенсами, так как эти углы малы.
ГЛАВА XV
ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

48. Релятивистский закон сложения скоростей.
Зависимость массы от скорости.
Закон взаимосвязи массы и энергии

1075(в). Сравнить время приема светового сигнала, посланного с ракеты, если: а) ракета удаляется от наблюдателя; б) ракета приближается к наблюдателю.

1076(в). Элементарная частица нейтрино движется со скоростью света с. Наблюдатель движется навстречу нейтрино со скоростью v. Какова скорость нейтрино относительно наблюдателя?

1077(в). Две частицы, расстояние между которыми l = 10 м, летят навстречу друг другу со скоростями v = 0,6 c. Через сколько времени произойдет соударение?

1078(в). Две частицы удаляются друг от друга со скоростью 0,8 c относительно земного наблюдателя. Какова относительная скорость частиц?

1079(ПРГ). На ракете будущего, летящей со скоростью vc в системе отсчета «Звезды», установлен ускоритель, сообщающий частицам скорость mc относительно ракеты по направлению ее движения (m > 0) или против (m < 0). Найти скорость v частиц в системе отсчета «Звезды».

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>n</th>
<th>m</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,1</td>
<td>0,1</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,522</td>
<td>0,478</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,9</td>
<td>0,8</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,9</td>
<td>-0,8</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,9</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>0,921</td>
<td>-0,911</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1 Скорость указана в долях скорости света в вакууме.
1080(в). С космического корабля, движущегося к Земле со скоростью 0,4 с, посылают два сигнала: световой сигнал и пучок быстрых частиц, имеющих скорость относительно корабля 0,8 с. В момент пуска сигналов корабль находился на расстоянии 12 Гм от Земли. Какой из сигналов и на сколько раньше будет принят на Земле?

1081(1179). Какова масса протона, летящего со скоростью 2,4 \cdot 10^8 м/с? Массу покоя протона считать равной 1 а. е. м.1

1082(в). Во сколько раз увеличивается масса частицы при движении со скоростью 0,99 с?

1083(1180). На сколько увеличится масса α-частицы при движении со скоростью 0,9 с? Полагать массу покоя α-частицы равной 4 а. е. м.

1084(1181). С какой скоростью должен лететь протон (m_0 = 1 а. е. м.), чтобы его масса стала равна массе покоя α-частицы (m_0 = 4 а. е. м.)?

1085(в). При какой скорости движения космического корабля масса продуктов питания увеличивается в 2 раза? Увеличится ли вдвое время использования запаса питания?

1086(в). Найти отношение заряда электрона к его массе при скорости движения электрона 0,8 с. Отношение заряда электрона к его массе покоя известно.

1087(1182). Мощность общего излучения Солнца 3,83 \times 10^{26} Вт. На сколько в связи с этим уменьшается ежесекундно масса Солнца?

1088(1183). Груз массой 18 т подъемный кран поднял на высоту 5 м. На сколько изменилась масса груза?

1089(1184). На сколько увеличивается масса пружины жесткостью 10 кН/м при ее растяжении на 3 см?

1090(в). Масса покоя космического корабля 9 т. На сколько увеличивается масса корабля при его движении со скоростью 8 км/с?

1091(1186). Два тела массами по 1 кг, находящиеся достаточно далеко друг от друга, сблизили, приведя их в соприкосновение. Будет ли суммарная масса покоя тел равна 2 кг?

---

1 В атомной и ядерной физике для выражения массы пользуются специальной внесистемной единицей — атомной единицей массы (а. е. м.), равной \( 1/12 \) массы атома углерода \( \left( ^{12}_6 \text{C} \right) \). 1 а. е. м. = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \) (см. табл. 15).
1092(1187). Чайник с 2 кг воды нагрели от 10 °C до кипения. На сколько изменилась масса воды?
1093(1188). На сколько изменяется масса 1 кг льда при плавлении?
1094(1189). На сколько отличается масса покоя продуктов сгорания 1 кг каменного угля от массы покоя веществ, вступающих в реакцию?
1095(1192). Найти кинетическую энергию электрона (в МэВ)¹, движущегося со скоростью 0,6 c.
1096(1191). Ускоритель Ереванского физического института позволяет получать электроны с энергией 6 ГэВ. Во сколько раз масса таких электронов больше их массы покоя? Какова масса этих электронов (в а. е. м.)?
1097(ПРГ). Ускоритель сообщает заряженным частицам кинетическую энергию E. Найти: 1) во сколько раз возрастает масса частицы \( \frac{m}{m_0} \); 2) какую скорость \( v \) приобретает частица.

\[ E = 3727,4 \text{ МэВ.} \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>Частица</th>
<th>Электрон</th>
<th>Протон</th>
<th>( \alpha )-частица</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>( E, \text{ МэВ} )</td>
<td>4,82</td>
<td>1700</td>
<td>9810 23 700</td>
</tr>
<tr>
<td>( \frac{m}{m_0} )</td>
<td>23 700</td>
<td>28 200</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

1098(и). Найти кинетическую энергию электрона, который движется с такой скоростью, что его масса увеличивается в 2 раза.
1099(н). Найти импульс протона, движущегося со скоростью 0,8 c.

¹ В этой и ряде последующих задач целесообразно использовать значение энергии покоя частиц \( m_0 c^2 \), выраженной в мегаэлектронвольтах (см. табл. 15).
Глава XVI
СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЯ СВЕТА

49. Фотоэлектрический эффект. Фотон.
Эффект Комптона. Давление света

1100(1219). В опыте по обнаружению фотоэффекта цинковая пластина крепится на стержне электрометра, предварительно заряжается отрицательно и освещается светом электрической дуги так, чтобы лучи падали перпендикулярно плоскости пластины. Как изменится время разрядки электрометра, если: а) пластину повернуть так, чтобы лучи падали под некоторым углом; б) электрометр приблизить к источнику света; в) закрыть непрозрачным экраном часть пластины; г) увеличить освещенность; д) поставить светофильтр, задерживающий инфракрасную часть спектра; е) поставить светофильтр, задерживающий ультрафиолетовую часть спектра?

1101(1220). Как зарядить цинковую пластину, закрепленную на стержне электрометра, положительным зарядом, имея электрическую дугу, стеклянную палочку и лист бумаги? Палочкой прикасаться к пластине нельзя.

1102(п). При какой минимальной энергии квантов произойдет фотоэффект на цинковой пластине?

1103(п). При облучении алюминиевой пластины фотоэффект начинается при наименьшей частоте 1,08 ПГц. Найти работу выхода электронов из алюминия (в эВ).

1104(п). Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди (в эВ).

1105(1222). Найти красную границу фотоэффекта для калия.

1106(1223). Возникнет ли фотоэффект в цинке под действием облучения, имеющего длину волны 450 нм?

1 В этой и ряде последующих задач значение постоянной Планка рационально брать в электронвольт-секундах (см. табл. 15).
1107(п). Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой 1 ПГц? 

1108(п). Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 283 нм.

1109(п). Какой длины волны надо направить свет на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2 Мм/с? 

1110(ПРГ). Зная длину волны \( \lambda \) электромагнитного излучения, найти: 1) частоту \( \nu \); 2) энергию фотона \( E \) (в Дж и эВ); 3) массу фотона \( m \) (в а. е. м. и кг); 4) импульс фотона \( p \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Вид излучения</th>
<th>( \lambda ), м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Инфракрасное</td>
<td>( 10^{-5} )</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Видимое</td>
<td>( 5,5 \times 10^{-7} )</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Ультрафиолетовое</td>
<td>( 1,1 \times 10^{-7} )</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Рентгеновское</td>
<td>( 3,1 \times 10^{-10} )</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Гамма</td>
<td>( 1,2 \times 10^{-13} )</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1111(п). Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырванных с катода \( K \) (рис. 116), если запирающее напряжение равно 1,5 В.

![Рис. 116](image)

1112(п). Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В? 

1113(п). К вакуумному фотоэлементу, у которого катод выполнен из цезия, приложено запирающее напряжение 2 В. При какой длине волны падающего на катод света появится фототок?

1114(п). Какое запирающее напряжение надо подать, чтобы электроны, вырванные ультрафиолетовым светом с длиной волны 100 нм из вольфрамового катода, не могли создать ток в цепи? 

1115(1228). Для определения постоянной Планка была составлена цепь, показанная на рисунке 117. Когда скользящий
контакт потенциометра находится в крайнем левом положении, гальванометр при освещении фотоэлемента регистрирует слабый фототок. Передвигая скользящий контакт вправо, постепенно увеличивают запирающее напряжение до тех пор, пока не прекратится фототок. При освещении фотоэлемента фиолетовым светом с частотой \( n_2 = 750 \text{ Гц} \) запирающее напряжение \( U_{32} = 2 \text{ В} \), а при освещении красным светом с частотой \( n_1 = 390 \text{ Гц} \) запирающее напряжение \( U_{31} = 0,5 \text{ В} \). Какое значение постоянной Планка было получено?

Рис. 117

Рис. 118

1116(1229). В установке, изображенной на рисунке 117, катод фотоэлемента может быть выполнен из различных материалов. На рисунке 118 приведены графики зависимости запирающего напряжения \( U_3 \) от частоты \( n \) облучающего света для двух разных материалов катода. Обосновать линейность этой зависимости. Какой из материалов имеет большую работу выхода? Какой физический смысл точки \( A \) и \( B \) на графике?

1117(1207). Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным (\( \lambda = 760 \text{ нм} \)) и наиболее коротким (\( \lambda = 380 \text{ нм} \)) волнам видимой части спектра.

1118(н). К какому виду следует отнести лучи, энергия фотонов которых равна: а) 4140 эВ; б) 2,07 эВ?

1119(1209). Определить длину волны лучей, фотоны которых имеют такую же энергию, что и электрон, ускоренный напряжением 4 В.

1120(1210). Найти частоту и длину волны излучения, масса фотонов которого равна массе покоя электрона.
1121(н). Каков импульс фотона ультрафиолетового излучения с длиной волны 100 нм?

1122(н). Каков импульс фотона, энергия которого равна 3 эВ?

1123(н). При какой скорости электроны будут иметь энергию, равную энергии фотонов ультрафиолетового света с длиной волны 200 нм?

1124(ПРГ). Найти кинетическую энергию $E$ и скорость $v$ фотоэлектрона при облучении металла светом с длиной волны $\lambda$. Определить красную границу фотоэффекта $\lambda_{\text{max}}$ для данного металла.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>Литий</th>
<th>Платина</th>
<th>Цезий</th>
<th>Цинк</th>
<th>Вольфрам</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>$\lambda \cdot 10^{-9}$, м</td>
<td>100</td>
<td>54</td>
<td>580</td>
<td>260</td>
<td>310</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1125(1213). Источник света мощностью 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов за 1 с. Найти среднюю длину волны излучения.

1126(1214). Тренированный глаз, длительное находящийся в темноте, воспринимает свет с длиной волны 0,5 мкм при мощности $2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Верхний предел мощности, воспринимаемый безболезненно глазом, $2 \cdot 10^{-5}$ Вт. Сколько фотонов попадает в каждом случае на сетчатку глаза за 1 с?

1127(1215). Чем более высокое напряжение прикладывается к рентгеновской трубке, тем более «жесткие» (т.е. с более короткими волнами) лучи испускает она. Почему? Изменится ли «жесткость» излучения, если, не меняя анодного напряжения, изменить накал нити катода?

1128(1216). Под каким напряжением работает рентгеновская трубка, если самые «жесткие» лучи имеют в рентгеновском спектре частоту $10^{19}$ Гц?

1129*(1217). Для определения минимальной длины волны в рентгеновском спектре пользуются формулой $\lambda = \frac{1,24}{U}$ (где $\lambda$ — минимальная длина волны, нм, $U$ — напряжение на трубке, кВ). Вывести эту формулу. Каковы минимальная длина волны рентгеновского излучения, если анодное напряжение трубки 20 кВ?

1130*(1218). Рентгеновская трубка, работающая под напряжением 50 кВ при силе тока 2 мА, излучает $5 \cdot 10^{13}$ фото-
нов в секунду. Считая среднюю длину волны излучения равной 0,1 нм, найти КПД трубки, т.е. определить, сколько процентов составляет мощность рентгеновского излучения от мощности потребляемого тока.

1131(в). На сколько изменяется длина волны рентгеновских лучей при комптоновском рассеянии под углом 60°? \( \lambda_c = 2,4263 \times 10^{-12} \text{ м} \)

1132(в). Найти длину волны рентгеновских лучей \( (\lambda = 20 \text{ нм}) \) после комптоновского рассеяния под углом 90°.

1133(в). При облучении графита рентгеновскими лучами длина волны излучения, рассеянного под углом 45°, оказалась равной 10,7 нм. Какова длина волны падающих лучей?

1134(в). Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась на 0,3 нм. Найти угол рассеяния.

1135(в). Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась с 2 до 2,4 нм. Найти энергию электронов отдачи.

1136(в). Угол рассеяния рентгеновских лучей с длиной волны 5 нм равен 80°, а электроны отдачи движутся под углом 60° к направлению падающих лучей. Найти: а) импульс электронов отдачи; б) импульс фотонов рассеянных лучей.

1137(в). Рентгеновские лучи с длиной волны 20 нм рассеиваются под углом 90°. Найти импульс электронов отдачи.

1138(1232). Сравнить давления света, производимые на идеально белую и идеально черную поверхности при прочих равных условиях.

1139(в). В научной фантастике описываются космические яхты с солнечным парусом, движущиеся под действием давления солнечных лучей. Через какое время яхта массой 1 т приобрела бы скорость 50 м/с, если площадь паруса 1000 м², а среднее давление солнечных лучей 10 мкПа? Какой путь прошла бы яхта за это время? Начальную скорость яхты относительно Солнца считать равной нулю.
ГЛАВА XVII

АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

50. Ядерная модель атома.
Испускание и поглощение света атомом. Лазер

1140(1235). При облучении атом водорода перешел из первого энергетического состояния в третье. При возвращении в исходное состояние он сначала перешел из третьего во второе, а затем из второго в первое. Сравнить энергии фотонов, поглощенных и излученных атомом.

1141(н). При переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучаются фотоны с энергией 2,55 эВ (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волн этой линии спектра.

1142(1237). При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на 4,9 эВ. Какова длина волны излучения, которое испускают атомы ртути при переходе в необжужденное состояние?

1143(н). Для ионизации атома азота необходима энергия 14,53 эВ. Найти длину волны излучения, которое вызовет ионизацию.

1144(1239). Для однократной ионизации атомов неона требуется энергия 21,6 эВ, для двукратной — 41 эВ, для трехкратной — 64 эВ. Какую степень ионизации можно получить, облучая неон рентгеновскими лучами, наименьшая длина волны которых 25 нм?

1145(1240). Во сколько раз изменится энергия атома водорода при переходе атома из первого энергетического состояния в третье? при переходе из четвертого энергетического состояния во второе?

1146(1241). Во сколько раз длина волны излучения атома водорода при переходе из третьего энергетического состояния во второе больше длины волны излучения, обусловленного переходом из второго состояния в первое?

1147(1243). В 1814 г. И. Фраунгофер обнаружил четыре линии поглощения водорода в видимой части спектра Солнца. Наибольшая длина волны в спектре поглощения была 656 нм.
Найти длины волн в спектре поглощения, соответствующие остальным линиям.

1148(а). Формула Бальмера обычно приводится в виде:
\[ \frac{1}{\lambda} = R_n \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right) \]
Коэффициент \( R_n \) носит название постоянной Ридберга для водорода. Найти значение \( R_n \) (с точностью до четырех цифр), если известно, что при переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучается фотон, соответствующий зеленой линии в спектре водорода с длиной волны 486,13 нм. Полученным результатом следует пользоваться при решении последующих задач.

1149(а). Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовом спектре водорода.

1150(а). Какой длины волны надо направить свет на водород, чтобы ионизировать атомы?

1151(а). Какую минимальную скорость должны иметь электроны, чтобы перевести узел атом водорода из первого энергетического состояния в пятое?

1152(а). Стеклянный баллон лампы дневного света покрывают с внутренней стороны люминофором — веществом, которое при облучении фиолетовым или ультрафиолетовым светом дает спектр, близкий к солнечному. Объяснить причину явления.

1153(1296). Для обнаружения поверхностных дефектов в изделии (микроскопические трещины, царапины и т.д.) на изделие наносится тонкий слой керосино-масляного раствора специального вещества, излишки которого затем удаляются. Объяснить причину видимого свечения раствора при облучении ультрафиолетовым светом.

1154(1244). Лазер, работающий в импульсном режиме, требует мощность 1 кВт. Длительность одного импульса 5 мкс, а число импульсов в 1 с равно 200. Найти излучаемую энергию и мощность одного импульса, если на излучение идет 0,1% потребляемой мощности.

1155(1245). Гелий-неоновый газовый лазер, работающий в непрерывном режиме, дает излучение монохроматического света с длиной волны 630 нм, разбивая мощность 40 мВт. Сколько фотонов излучает лазер за 1 с?

1156*(в). Жидкостный лазер, работающий в импульсном режиме, за один импульс, длиющийся 1 мкс, излучает 0,1 Дж
лучистой энергии. Расходимость излучения\(^1\) 2 мрад. Найти плотность потока излучения на расстоянии 6 м от лазера и сравнить с плотностью потока излучения Солнца, падающего на Землю, равного (без учета поглощения атмосферой) 1,36 кВт/м\(^2\).

51. Методы регистрации заряженных частиц. Радиоактивность.
Состав атомных ядер.
Энергия связи атомных ядер

1157(1248). На рисунке 119 изображен трек электрона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле. В каком направлении двигался электрон, если линии индукции поля идут от нас?

1158(1249). Какова скорость электрона, влетающего в камеру Вильсона (см. рис. 119), если радиус трека равен 4 см, а индукция магнитного поля 8,5 мТл?

1159(1250). Чем объясняется, что счетчик Гейгера регистрирует возникновение ионизированных частиц и тогда, когда поблизости от него нет радиоактивного препарата?

---
\(^1\) Расходимость излучения — это плоский угол осевого сечения конуса излучения.
1160(1247). Как должна быть направлена индукция магнитного поля, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 120 отклонение частиц?

1161(1251). Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?

1162(1252). Каковы преимущества кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?

1163(1253). Где больше длина пробега α-частицы: у поверхности Земли или в верхних слоях атмосферы?

1164(1254). Альфа-частица, вылетевшая из ядра радия со скоростью 15 Мм/с, пролетев в воздухе 3,3 см, остановилась. Найти кинетическую энергию частицы, время торможения и ускорение.

1165(1255). В результате какого радиоактивного распада плутоний $^{239}_{94}$Pu превращается в уран $^{235}_{92}$U?

1166(1256). В результате какого радиоактивного распада натрий $^{23}_{11}$Na превращается в магний $^{22}_{12}$Mg?

1167(1257). Написать реакции α-распада урана $^{238}_{92}$U и β-распада свинца $^{209}_{82}$Pb.

1168*(1258). Написать реакцию α-распада радия $^{226}_{88}$Ra. Сравнить импульсы и кинетические энергии образовавшихся ядер, считая, что до распада ядро радия покоялось.

1169(1259). Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада?

1170(1261). Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Найти период полураспада.

1171(ПРГ). Сколько процентов ядер радиоактивного элемента останется через время $t$, если период его полураспада равен $T$?

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>Элемент</th>
<th>$t$, сут.</th>
<th>$T$, сут.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Олово $^{113}$Sn</td>
<td>115</td>
<td>115</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Олово $^{113}$Sn</td>
<td>365</td>
<td>115</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Йод $^{131}$I</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Йод $^{131}$I</td>
<td>30</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Йод $^{131}$I</td>
<td>100</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>Железо ($^{59}$Fe)</td>
<td>14</td>
<td>45,6</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1172 (1264). Каков состав ядер натрия $^{23}\text{Na}$, фтора $^{19}\text{F}$, серебра $^{107}\text{Ag}$, кюрия $^{247}\text{Cm}$, менделея $^{257}\text{Md}$?

1173 (1265). Каков состав изотопов неона $^{20}\text{Ne}$, $^{21}\text{Ne}$ и $^{22}\text{Ne}$?

1174 (1267). Изменяются ли массовое число, massa и порядковый номер элемента при испускании ядром $\gamma$-кванта?

1175 (1268). Как изменяется массовое число и номер элемента при выбрасывании из ядра протона? нейтрона?

1176 (ПРГ). Найти энергию связи ядра $E_{cb}$ и удельную энергию связи $E_{cb}/A$ для: 1) $^2\text{H}$; 2) $^6\text{Li}$; 3) $^7\text{Li}$; 4) $^{12}\text{C}$; 5) $^{16}\text{O}$; 6) $^{27}_{13}\text{Al}$.

1177 (1282). Какая минимальная энергия необходима для расщепления ядра азота $^{14}_{7}\text{N}$ на протоны и нейтроны?

52. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций. Биологическое действие радиоактивных излучений. Элементарные частицы. Взаимные превращения частиц и квантов электромагнитного излучения

1178 (1269). Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия $^{27}_{13}\text{Al}$ $\alpha$-частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.

1179 (1270). Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора $^{11}_{5}\text{B}$ $\alpha$-частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов.

1180 (1271). При бомбардировке изотопа бора $^{10}_{5}\text{B}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается $\alpha$-частица. Написать реакцию.

---

1 При вычислениях вместо массы протона ($m_p$) следует брать массу атома водорода $^1\text{H} = 1,00783$ а.е.м.
1181(1272). Элемент менделеевий был получен при облучении эйнштейнными $^{253}_{99}$Es α-частицами с выделением нейтрона. Написать реакцию.

1182(1273). Элемент курчатовий получили, облучая плутоний $^{242}_{94}$Pu ядрами неона $^{22}_{10}$Ne. Написать реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.

1183(1274). Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

$$\frac{27}{13}\text{Al} + \frac{1}{0}\alpha \rightarrow ? + \frac{4}{2}\text{He}, \quad \frac{55}{25}\text{Mn} + ? \rightarrow \frac{56}{26}\text{Fe} + \frac{1}{0}\text{n},$$

$$? + \frac{1}{1}\text{H} \rightarrow ? + \frac{22}{11}\text{Na} + \frac{4}{2}\text{He}, \quad \frac{27}{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow \frac{28}{12}\text{Mg} + ?$$

1184(1275). При облучении изотопа меди $^{63}_{29}$Cu протонами реакция может идти несколькими путями: с выделением одного нейтрона; с выделением двух нейтронов; с выделением протона и нейтрона. Ядра каких элементов образуются в каждом случае?

1185(1276). Radioактивный марганец $^{54}_{25}$Mn получают двумя путями. Первый путь состоит в облучении изотопа железа $^{56}_{26}$Fe дейтронами, второй — в облучении изотопа железа $^{54}_{26}$Fe нейтронами. Написать ядерные реакции.

1186(1277). При бомбардировке азота $^{14}_{7}$N нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается протон. Написать реакцию. Полученное ядро изотопа углерода оказывается β-радиоактивным. Написать происходящую при этом реакцию.

1187(1278). При бомбардировке железа $^{56}_{26}$Fe нейтронами образуется β-радиоактивный изотоп марганца с атомной массой 56. Написать реакцию получения искусственно радиоактивного марганца и реакцию происходящего с ним β-распада.

1188(1283). Выделяется или поглощается энергия при следующих ядерных реакциях:

$$\frac{14}{7}\text{N} + \frac{4}{2}\text{He} \rightarrow \frac{17}{8}\text{O} + \frac{1}{1}\text{H},$$
$$\frac{6}{3}\text{Li} + \frac{1}{1}\text{H} \rightarrow \frac{4}{2}\text{He} + \frac{3}{2}\text{He},$$
$$\frac{7}{3}\text{Li} + \frac{4}{2}\text{He} \rightarrow \frac{10}{5}\text{B} + \frac{1}{0}\text{n} ?$$
1189(1284). Какая энергия выделяется при ядерной реакции

\[ ^7_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^8_4\text{Be} + ^1_0n? \]

1190(1285). Ядро \(^7_3\text{Li}\), захватывая протон, распадается на две \(\alpha\)-частицы. Определить сумму кинетических энергий этих частиц. Кинетической энергией протона пренебречь.

1191(1286). Какую минимальную энергию должна иметь \(\alpha\)-частица для осуществления ядерной реакции

\[ ^7_3\text{Li} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + ^0_1n? \]

1192(1287). При облучении изотопа азота \(^{15}_7\text{N}\) протонами образуется углерод и \(\alpha\)-частица. Найти полезный энергетический выход ядерной реакции, если для ее осуществления энергия протона должна быть 1,2 МэВ.

1193(1288). Ввиду большой энергии связи, приходящейся на нуклон ядра гелия, возможны экзоэнергетические реакции деления легких ядер. Найти, какая энергия выделяется при бомбардировке бора \(^{11}_5\text{B}\) протонами с образованием трех \(\alpha\)-частиц.

1194(1295). При делении изотопа урана \(^{235}_{92}\text{U}\) освобождается энергия 200 МэВ, причем 84% этой энергии приобретают осколки деления. Считая, что этими осколками являются ядра бария \(^{137}_{56}\text{Ba}\) и криптона \(^{84}_{36}\text{Kr}\) и что импульсы их по модулю одинаковые, найти энергию осколков.

1195(1296). Для замедления быстрых нейтронов можно использовать, например, тяжелую воду или углерод. В каком из этих замедлителей нейтроны испытает большее число столкновений, пока его скорость не снизится до тепловой?

1196(1297). При делении одного ядра \(^{235}_{92}\text{U}\) на два осколка выделяется энергия 200 МэВ. Какая энергия освобождается при «сжигании» в ядерном реакторе 1 г этого изотопа? Сколько калорийного угля нужно сжечь для получения такой энергии?

1197(1298). Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г изотопа урана \(^{235}_{92}\text{U}\) и имеющей КПД 25%?
1198(1289). Какая энергия выделяется при термоядерной реакции

\[ ^1_2H + ^1_3H \rightarrow ^2_4He + ^1_0n \]

1199(п). Толщина \( h \) слоя перекрытия, ослабляющего данное ионизирующее излучение в 2 раза, носит название толщины слоя половинного ослабления. Доказать, что слой толщиной \( H = nh \) ослабляет излучение в \( 2^n \) раз.

1200(п). Лучше всего нейтронное излучение ослабляет вода (в 4 раза лучше бетона и в 3 раза лучше свинца). Толщина слоя половинного ослабления нейтронного излучения для воды равна 3 см. Во сколько раз ослабит нейтронное излучение слой воды толщиной 30 см?

1201(п). Гамма-излучение лучше всего поглощает свинец (в 1,5 раза лучше стальной брони и в 22 раза лучше воды). Толщина слоя половинного ослабления г-излучения для свинца равна 2 см. Какой толщины нужен слой свинца, чтобы ослабить г-излучение в 128 раз?

1202(п). Средняя поглощенная доза излучения сотрудником, работающим с рентгеновской установкой, равна 7 мкГр за 1 ч. Опасна ли работа сотрудника в течение 200 дней в году по 6 ч в день, если предельно допустимая доза облучения равна 50 мГр в год?

1203(1299). При облучении углерода \(^{12}_6C\) протонами образуется изотоп углерода \(^{13}_6C\). Какая при этом выбрасывается частица?

1204(1300). В результате термоядерной реакции соединения двух протонов образуется дейтрон и нейтрино. Какая еще появляется частица?

1205(1302). При бомбардировке изотопа бора \(^{10}_5B\) \(\alpha\)-частицами образуется изотоп азота \(^{13}_7N\). Какая при этом выбрасывается частица? Изотоп азота \(^{13}_7N\) является радиоактивным, дающим позитронный распад с излучением нейтрино. Написать реакцию.

1206*(1291). В установках для г-облучения в сельском хозяйстве используется \(\beta\)-радиоактивный изотоп цезия \(^{137}_65Cs\).
Написать реакцию β-распада. Найти максимальную частоту γ-излучения, если наибольшая энергия γ-квантов равна 0,66 МэВ. Вычислить релятивистскую скорость β-частиц, если их энергия 1,18 МэВ.

1207(1292). Найти частоту γ-излучения, образующегося при термоядерной реакции:

\[ ^{1}\text{H} + ^{3}\text{H} \rightarrow ^{4}\text{He} + \gamma , \]

если α-частица приобретает энергию 19,7 МэВ.

1208(1293). Найти наименьшую энергию γ-кванта, необходимую для осуществления следующей реакции:

\[ ^{2}\text{H} + \gamma \rightarrow ^{1}\text{H} + ^{1}\text{n} . \]

1209(1294). Поглощая фотон γ-излучения (\( \lambda = 4,7 \times 10^{-13} \text{ м} \)), дейтрон распадается на протон и нейтрон. Вычислить суммарную кинетическую энергию образовавшихся частиц.

1210(1304). При аннигиляции электрона и позитрона образовалось два одинаковых γ-кванта. Найти длину волны, пренебрегая кинетической энергией частиц до реакции.

1211(1305). Элементарная частица пи-нуль-мезон \( (\pi^0) \) распадается на два γ-кванта. Найти частоту γ-излучения, если масса покоя этой частицы равна 264,3 массы электрона.
1. Плотность веществ

<table>
<thead>
<tr>
<th>Твердые тела</th>
<th>$10^3$ кг/м$^3$</th>
<th>$10^3$ кг/м$^3$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>2,7</td>
<td>7,3</td>
</tr>
<tr>
<td>Терманий</td>
<td>5,4</td>
<td>11,3</td>
</tr>
<tr>
<td>Кремний</td>
<td>2,4</td>
<td>10,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Лед</td>
<td>0,9</td>
<td>7,8</td>
</tr>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>8,9</td>
<td>7,2</td>
</tr>
<tr>
<td>Никром</td>
<td>8,4</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Жидкости</th>
<th>$10^3$ кг/м$^3$</th>
<th>$10^3$ кг/м$^3$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Бензин</td>
<td>0,7</td>
<td>0,80</td>
</tr>
<tr>
<td>Вода</td>
<td>1,0</td>
<td>13,6</td>
</tr>
<tr>
<td>Керосин</td>
<td>0,80</td>
<td>0,79</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Газы (при нормальных условиях)</th>
<th>кг/м$^3$</th>
<th>кг/м$^3$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Азот</td>
<td>1,25</td>
<td>1,29</td>
</tr>
<tr>
<td>Воздух</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Водород</td>
<td>0,09</td>
<td>1,43</td>
</tr>
</tbody>
</table>

2. Тепловые свойства веществ

<table>
<thead>
<tr>
<th>Твердые тела</th>
<th>Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)</th>
<th>Температура плавления, °С</th>
<th>Удельная теплота плавления, кДж/кг</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>0,88</td>
<td>660</td>
<td>380</td>
</tr>
<tr>
<td>Лед</td>
<td>2,1</td>
<td>0</td>
<td>330</td>
</tr>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>0,38</td>
<td>1083</td>
<td>180</td>
</tr>
<tr>
<td>Олово</td>
<td>0,23</td>
<td>232</td>
<td>59</td>
</tr>
<tr>
<td>Свинец</td>
<td>0,13</td>
<td>327</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>0,23</td>
<td>960</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>0,46</td>
<td>1400</td>
<td>82</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Жидкости</th>
<th>Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)</th>
<th>Температура кипения, °С</th>
<th>Удельная теплота парообразования$^1$, кДж/кг</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Вода</td>
<td>4,19</td>
<td>100</td>
<td>2,3</td>
</tr>
<tr>
<td>Ртуть</td>
<td>0,12</td>
<td>357</td>
<td>0,29</td>
</tr>
<tr>
<td>Спирт</td>
<td>2,4</td>
<td>78</td>
<td>0,85</td>
</tr>
</tbody>
</table>

$^1$ При нормальном давлении.
### Газы

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вещество</th>
<th>Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)</th>
<th>Температура конденсации, °C</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Азот</td>
<td>1,05</td>
<td>-196</td>
</tr>
<tr>
<td>Водород</td>
<td>14,3</td>
<td>-253</td>
</tr>
<tr>
<td>Воздух</td>
<td>1,01</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>Гелий</td>
<td>5,29</td>
<td>-269</td>
</tr>
<tr>
<td>Кислород</td>
<td>0,913</td>
<td>-183</td>
</tr>
</tbody>
</table>

3. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей, мН/м (При 20 °C)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Жидкость</th>
<th>КПД</th>
<th>Молоко</th>
<th>46</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Бензин</td>
<td>72</td>
<td>Молоко</td>
<td>46</td>
</tr>
<tr>
<td>Бензин</td>
<td>21</td>
<td>Нафта</td>
<td>30</td>
</tr>
<tr>
<td>Керосин</td>
<td>24</td>
<td>Ртуть</td>
<td>510</td>
</tr>
<tr>
<td>Мыльный раствор</td>
<td>40</td>
<td>Спирт</td>
<td>22</td>
</tr>
</tbody>
</table>

4. Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

<table>
<thead>
<tr>
<th>Топливо</th>
<th>46</th>
<th>Порох</th>
<th>3,8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Бензин</td>
<td>46</td>
<td>Порох</td>
<td>3,8</td>
</tr>
<tr>
<td>Дерево</td>
<td>10</td>
<td>Спирт</td>
<td>29</td>
</tr>
<tr>
<td>Дизельное топливо</td>
<td>42</td>
<td>Топливо для реактивных</td>
<td>43</td>
</tr>
<tr>
<td>Керосин</td>
<td>29</td>
<td>Самолетов</td>
<td>29</td>
</tr>
<tr>
<td>Керосин</td>
<td>46</td>
<td>Условное топливо</td>
<td>29</td>
</tr>
</tbody>
</table>

5. Зависимость давления $p$ и плотности $\rho$ насыщенного водяного пара от температуры

<table>
<thead>
<tr>
<th>$t$, °C</th>
<th>$p$, кПа</th>
<th>$\rho$, г/м$^3$</th>
<th>$t$, °C</th>
<th>$p$, кПа</th>
<th>$\rho$, г/м$^3$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>-5</td>
<td>0,40</td>
<td>3,2</td>
<td>11</td>
<td>1,33</td>
<td>10,0</td>
</tr>
<tr>
<td>0</td>
<td>0,61</td>
<td>4,8</td>
<td>12</td>
<td>1,40</td>
<td>10,7</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,65</td>
<td>5,2</td>
<td>13</td>
<td>1,49</td>
<td>11,4</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,71</td>
<td>5,6</td>
<td>14</td>
<td>1,60</td>
<td>12,1</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,76</td>
<td>6,0</td>
<td>15</td>
<td>1,71</td>
<td>12,8</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,81</td>
<td>6,4</td>
<td>16</td>
<td>1,81</td>
<td>13,6</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,86</td>
<td>6,8</td>
<td>17</td>
<td>1,93</td>
<td>14,5</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>0,93</td>
<td>7,3</td>
<td>18</td>
<td>2,07</td>
<td>15,4</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>1,00</td>
<td>7,8</td>
<td>19</td>
<td>2,20</td>
<td>16,3</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>1,04</td>
<td>8,3</td>
<td>20</td>
<td>2,33</td>
<td>17,3</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>1,14</td>
<td>8,8</td>
<td>25</td>
<td>3,17</td>
<td>23,0</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>1,23</td>
<td>9,4</td>
<td>50</td>
<td>12,3</td>
<td>88,0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. При постоянном давлении.
2. При нормальном давлении.
6. Психрометрическая таблица

<table>
<thead>
<tr>
<th>Показания сухого термометра, °C</th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
<th>10</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>100</td>
<td>81</td>
<td>63</td>
<td>45</td>
<td>28</td>
<td>11</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>100</td>
<td>84</td>
<td>68</td>
<td>51</td>
<td>53</td>
<td>20</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>100</td>
<td>85</td>
<td>70</td>
<td>56</td>
<td>42</td>
<td>23</td>
<td>14</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>100</td>
<td>85</td>
<td>73</td>
<td>60</td>
<td>47</td>
<td>32</td>
<td>25</td>
<td>10</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>100</td>
<td>87</td>
<td>75</td>
<td>63</td>
<td>51</td>
<td>40</td>
<td>28</td>
<td>18</td>
<td>7</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>100</td>
<td>89</td>
<td>78</td>
<td>66</td>
<td>54</td>
<td>44</td>
<td>34</td>
<td>24</td>
<td>15</td>
<td>5</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>100</td>
<td>89</td>
<td>78</td>
<td>68</td>
<td>57</td>
<td>48</td>
<td>34</td>
<td>29</td>
<td>13</td>
<td>11</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>100</td>
<td>89</td>
<td>79</td>
<td>70</td>
<td>60</td>
<td>51</td>
<td>42</td>
<td>34</td>
<td>25</td>
<td>17</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>100</td>
<td>90</td>
<td>81</td>
<td>71</td>
<td>62</td>
<td>54</td>
<td>45</td>
<td>37</td>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>100</td>
<td>91</td>
<td>82</td>
<td>73</td>
<td>65</td>
<td>56</td>
<td>49</td>
<td>41</td>
<td>34</td>
<td>27</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>100</td>
<td>91</td>
<td>83</td>
<td>74</td>
<td>66</td>
<td>59</td>
<td>51</td>
<td>44</td>
<td>37</td>
<td>30</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>100</td>
<td>92</td>
<td>83</td>
<td>76</td>
<td>68</td>
<td>61</td>
<td>54</td>
<td>47</td>
<td>40</td>
<td>34</td>
<td>28</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>100</td>
<td>92</td>
<td>84</td>
<td>77</td>
<td>69</td>
<td>62</td>
<td>56</td>
<td>50</td>
<td>43</td>
<td>37</td>
<td>31</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>100</td>
<td>92</td>
<td>85</td>
<td>78</td>
<td>71</td>
<td>64</td>
<td>59</td>
<td>51</td>
<td>46</td>
<td>40</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>100</td>
<td>93</td>
<td>85</td>
<td>78</td>
<td>72</td>
<td>65</td>
<td>60</td>
<td>53</td>
<td>48</td>
<td>42</td>
<td>37</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>100</td>
<td>93</td>
<td>85</td>
<td>79</td>
<td>73</td>
<td>67</td>
<td>61</td>
<td>55</td>
<td>50</td>
<td>44</td>
<td>39</td>
</tr>
</tbody>
</table>

7. Предел прочности на растяжение \( \sigma_{\text{уч}} \) и модуль упругости \( E \)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вещество</th>
<th>( \sigma_{\text{уч}} ), МПа</th>
<th>( E ), ГПа</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>100</td>
<td>70</td>
</tr>
<tr>
<td>Латунь</td>
<td>50</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>Свинец</td>
<td>15</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>140</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>500</td>
<td>210</td>
</tr>
</tbody>
</table>

8. Диэлектрические проницаемости веществ

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вещество</th>
<th>( \varepsilon )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Винилипласт</td>
<td>3,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Вода</td>
<td>81</td>
</tr>
<tr>
<td>Керосин</td>
<td>2,1</td>
</tr>
<tr>
<td>Масло</td>
<td>2,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Парафин</td>
<td>2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

8.1. Парафинированная бумага, слюда, стекло, текстолит - диэлектрики с \( \varepsilon = 2-3 \)

9. Удельное сопротивление \( \rho \) (при 20 °C) и температурный коэффициент сопротивления \( \alpha \) металлов и силавов

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вещество</th>
<th>( \rho ), ( \times10^{-8} \text{Ом} \cdot \text{м} )</th>
<th>( \alpha ), ( \times10^{-2} \text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} )</th>
<th>Вещество</th>
<th>( \rho ), ( \times10^{-8} \text{Ом} \cdot \text{м} )</th>
<th>( \alpha ), ( \times10^{-2} \text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>2,8</td>
<td>0,0042</td>
<td>Нихром</td>
<td>110</td>
<td>0,0001</td>
</tr>
<tr>
<td>Вольфрам</td>
<td>5,5</td>
<td>0,0048</td>
<td>Свинец</td>
<td>21</td>
<td>0,0037</td>
</tr>
<tr>
<td>Латунь</td>
<td>7,1</td>
<td>0,001</td>
<td>Серебро</td>
<td>1,6</td>
<td>0,004</td>
</tr>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>1,7</td>
<td>0,0043</td>
<td>Сталь</td>
<td>12</td>
<td>0,006</td>
</tr>
<tr>
<td>Никель</td>
<td>42</td>
<td>0,0001</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

169
10. Электрохимические эквиваленты, мг/Кл (10^{-6} кг/Кл)

Алюминий (Al^{3+}) .......... 0,093  
Водород (H^{+}) ............ 0,0104 
Кислород (O^{2-}) .......... 0,083  
Медь (Cu^{2+}) ............ 0,33   
Олово (Sn^{2+}) .......... 0,62   
Никель (Ni^{2+}) .......... 0,36   
Серебро (Ag^{+}) .......... 1,12   
Хром (Cr^{3+}) .......... 0,18   
Цинк (Zn^{2+}) .......... 0,34   

11. Работа выхода электронов

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вещество</th>
<th>эВ</th>
<th>дж</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Вольфрам</td>
<td>4,5</td>
<td>0,72</td>
</tr>
<tr>
<td>Калий</td>
<td>2,2</td>
<td>0,35</td>
</tr>
<tr>
<td>Литий</td>
<td>2,4</td>
<td>0,38</td>
</tr>
<tr>
<td>Оксид бария</td>
<td>1,0</td>
<td>0,16</td>
</tr>
<tr>
<td>Платина</td>
<td>5,3</td>
<td>0,95</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>4,3</td>
<td>0,69</td>
</tr>
<tr>
<td>Цезий</td>
<td>1,8</td>
<td>0,29</td>
</tr>
<tr>
<td>Цинк</td>
<td>4,2</td>
<td>0,67</td>
</tr>
</tbody>
</table>

12. Показатель преломления
(средний для видимых лучей)

Алмаз ............... 2,42  
Вода ............... 1,33  
Воздух .......... 1,00/29  
Сероуглерод ....... 1,63  
Спирт этиловый .... 1,36  
Стекло .......... 1,60  

13. Относительная атомная масса некоторых изотопов¹, а.е.м.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Изотоп</th>
<th>Масса нейтрального атома</th>
<th>Изотоп</th>
<th>Масса нейтрального атома</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>H (водород)</td>
<td>1,00783</td>
<td>B (бор)</td>
<td>10,01294</td>
</tr>
<tr>
<td>H (дейтерий)</td>
<td>2,01410</td>
<td>B (бор)</td>
<td>11,00931</td>
</tr>
<tr>
<td>H (триитий)</td>
<td>3,01605</td>
<td>C (углерод)</td>
<td>12,00000</td>
</tr>
<tr>
<td>He (гелий)</td>
<td>3,01602</td>
<td>N (азот)</td>
<td>14,00307</td>
</tr>
<tr>
<td>He (гелий)</td>
<td>4,00260</td>
<td>N (азот)</td>
<td>15,00011</td>
</tr>
<tr>
<td>Li (литий)</td>
<td>6,01513</td>
<td>O (кислород)</td>
<td>15,99491</td>
</tr>
<tr>
<td>Li (литий)</td>
<td>7,01801</td>
<td>O (кислород)</td>
<td>16,99913</td>
</tr>
<tr>
<td>Be (бериллий)</td>
<td>8,00531</td>
<td>A (алюминий)</td>
<td>26,98146</td>
</tr>
</tbody>
</table>

¹ Для нахождения массы ядра необходимо вычесть сумму массу электронов.

170
14. Сведения о Солнце, Земле и Лунке

Радиус Солнца, м ........................................ 6,96 \cdot 10^8
Масса Солнца, кг ......................................... 1,99 \cdot 10^{33}
Средний радиус Земли, м .................................. 6,371 \cdot 10^6
Масса Земли, кг .......................................... 5,976 \cdot 10^{24}
Время полного оборота Земли вокруг своей оси .......... 23 ч 56 мин 4,09 с
Ускорение свободного падения (на широте Парижа, на уровне моря), м/с² .................. 9,80665
Нормальное атмосферное давление, Па .................. 101325
Молярная масса воздуха, кг/моль ......................... 0,029
Среднее расстояние от Земли до Солнца, м .......... 1,496 \cdot 10^{11}
Радиус Луны, м .......................................... 1,737 \cdot 10^6
Масса Луны, м ........................................... 7,35 \cdot 10^{23}
Период обращения Луны вокруг Земли ................. 27 сут 7 ч 43 мин
Ускорение свободного падения на поверхности Луны, м/с² ........................................ 1,623
Среднее расстояние от Луны до Земли, м .......... 3,844 \cdot 10^8

15. Физические постоянные

Основные константы

Элементарный заряд — e = 1,60219 \cdot 10^{-19} Кл
Масса покоя электрона — m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31} кг = 5,486 \cdot 10^{-4} а.е.м.
Масса покоя протона — m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} кг = 1,00728 а.е.м.
Масса покоя нейтрона — m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} кг = 1,00866 а.е.м.
Скорость света в вакууме — c = 2,9979 \cdot 10^8 м/с
Гравитационная постоянная — G = 6,672 \cdot 10^{-11} Н \cdot м²/кг²
Электрическая постоянная — e_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} Ф/м
Постоянная Авогадро — N_A = 6,022 \cdot 10^{23} моль⁻¹
Постоянная Больцмана — k = 1,3807 \cdot 10^{-23} Дж/К
Постоянная Планка — h = 6,626 \cdot 10^{-34} Дж \cdot с = 4,136 \cdot 10^{-15} эВ \cdot с

\[ h = \frac{\hbar}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{Дж} \cdot \text{с} = 6,59 \cdot 10^{-16} \text{эВ} \cdot \text{с} \]

Производные от основных констант

Коэффициент взаимосвязи массы и энергии —

\[ c^2 = \frac{E}{m} = 8,9874 \cdot 10^{16} \text{Дж/кг} = 931,5 \text{МэВ/а. е.м.} \]

(1 а. е. м. = 1,66057 \cdot 10^{-27} кг; 1 МэВ = 1,60219 \cdot 10^{-13} Дж)
Энергия покоя электрона — E_{0e} = m_e c^2 = 8,187 \cdot 10^{-14} Дж = 0,511 МэВ
Энергия покоя протона — E_{0p} = m_p c^2 = 1,503 \cdot 10^{-10} Дж = 938,26 МэВ
Энергия покоя нейтрона — E_{0n} = m_n c^2 = 1,505 \cdot 10^{-10} Дж = 939,55 МэВ
Отношение заряда электрона к его массе — \[ \frac{e}{m_e} = 1,759 \cdot 10^{11} \text{Кл/кг} \]
Постоянная Фарадея — F = eN_A = 9,648 \cdot 10^4 Кл/моль
Молярная газовая постоянная — R = kN_A = 8,314 Дж/(моль \cdot К)
ОТВЕТЫ

3. а), б), д) Можно; г), в) нельзя. 4. В случаях б) и в). 5. а) Можно; б) нельзя. 6. Можно, так как нас интересует движение поезда в целом. 7. O (0,0); B (0, 60 м); C (80 м, 60 м); D (80 м, 0); E (20 м, 40 м); K (−5 м, 20 м); L (−10 м, −10 м); M (30 м, −5 м). 9. У вертолета путь и перемещение одинаковы; у автомобиля путь больше перемещения. Автомобиль прошел больший путь, чем вертолет; перемещения у автомобиля и вертолета одинаковы.

10. Путь; перемещение. 11. 4 м, 2 м. 12. В \( \frac{5}{2} \) раз; в \( \frac{5}{3} \) раз. 13. \( s_{1x} = 4 \text{ м}, s_{1y} = 0 \text{ м}; s_{2x} = 4 \text{ м}, s_{2y} = 2 \text{ м}; s_{3x} = -4 \text{ м}, s_{3y} = 0 \text{ м}; s_{4x} = 3 \text{ м}, s_{4y} = -4 \text{ м}; s_{5x} = 0 \text{ м}, s_{5y} = 3 \text{ м}. \)

14. A (20 м, 20 м); B (60 м, -10 м); 40 м, -30 м; 50 м.

15. A (2 м, 2 м); D (6 м, 2 м); 20 м; 4 м; 4 м, 0. 16. 5 м; 4 м, -3 м. 17. 70 км; 50 км. 18. 2,3 м; 30° к направлению на север. 19. 620 м; 20° к направлению на север. 20. \( x_1 = 500 + 20t; x_2 = 200 - 15t; x_3 = -300 - 10t; a) 600 \text{ м}; b) 50 \text{ м}, 150 \text{ м}; v) 30 \text{ c}; г) -25 \text{ c}; d) в точке с координатой x = 500 м. 21. 12 м/с, вправо; 1,5 м/с, влево; 20 м, -30 м. 22. \( v_{101} = 5 \text{ м}, v_{011} = 5 \text{ м}, x_{011} = -10 \text{ м}; v_{11} = 0; v_{111} = -1 \text{ м/с}; v_{1111} = 0,5 \text{ м/с}; x_1 = 5, x_{11} = 5 - t, x_{111} = -10 + 0,5t; 10 \text{ с}; -5 \text{ м}. \)

23. 10 с. 24. \( x_1 = 20 + 2t; x_{11} = -20 + 4t. 25. x_1 = 200 + 10t; x_2 = 20t; 20 \text{ c}, 400 \text{ м}. \)


<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>t, с</th>
<th>x, м</th>
<th>( x^2, \text{м} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>20</td>
<td>200</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>37,5</td>
<td>700</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>810</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>47,2</td>
<td>-849</td>
<td>526</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>-37</td>
<td>-629</td>
<td>825</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( t = \frac{s}{v_{1x} - v_{2x}}; 2) x = \frac{v_{1x} \cdot t}{v_{1x} - v_{2x}}; 3) x'_2 = s + \frac{v_{2x} \cdot t}{v_{1x}}. \)

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П</td>
<td>х1</td>
<td>П</td>
<td>х2</td>
<td>П</td>
<td>х3</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П</td>
<td>х3</td>
<td></td>
<td>П</td>
<td>х2</td>
<td>+</td>
<td>П</td>
<td>х1</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( s = x \rightarrow П1; v_{1x} = x \rightarrow П2; v_{2x} = x \rightarrow П3; x'_1 = x \rightarrow П4; V/O; C/П \) — ответ t; C/П — ответ x; C/П — ответ \( x'_2. \)


<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>t, с</th>
<th>x, м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>42</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>7,3</td>
<td>17,3</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>11,3</td>
<td>12,5</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>53,7</td>
<td>263</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>-5,7</td>
<td>0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( t = \frac{x_{02} - x_{01}}{v_{1x} - v_{2x}}; x = \frac{x_{02} \cdot v_{2x} - x_{01} \cdot v_{1x}}{v_{1x} - v_{2x}}. \)

172
Г АВТ: \( x_0 - x \rightarrow \Pi \); \( x_0 - x \rightarrow \Pi \); \( v_{1x} - x \rightarrow \Pi \); \( v_{2x} - x \rightarrow \Pi \); B/O; C/П — ответ t; C/П — ответ x.

Рис. 121

28. а) Точка; б) окружность; в) циклоида (рис. 121). 29. Может, если относительно эскалатора будет двигаться со скоростью, равной его модулю скорости эскалатора, но направленной в противоположную сторону. 30. Кувшинка пьвет по течению, поэтому ее скорость равна скорости течения воды. Скорость же жабы равна сумме ее скорости в стоячей воде и скорости течения воды. Поэтому жаба догонит кувшинку через такое время, как если бы плыла до нее в стоячей воде. 31. Может, если будет двигаться по направлению ветра со скоростью 108 км/ч. 32. а) 14 м/с; б) 6 м/с. 33. 10 м/с, 0; 5 м/с, -5 м/с. 34. 20 с. 35. 490 м. 36. B \( \frac{n+1}{n-1} \) раз; 3; 1; 2. 37. 45 с. 38. 450 м. 39. 2 мин; 240 м. 40. 1) 4; 2) 2,01; 3) 2,15; 4) 675; 5) 634 с.

\[ \Delta t = \frac{2v_2}{v_2(v_2^2-v_1^2)}. \]

Г АВТ: \( v_1 - x \rightarrow \Pi \); \( v_2 - x \rightarrow \Pi \); \( s - x \rightarrow \Pi \); B/O; C/П — ответ \( \Delta t \).

41. 13 см/мин. 42. 22 м/с; 27° к востоку от меридиана. 43. 200 м. 44. 0,5 см/мин.

45.

1. \( a = \arcsin \frac{v_2}{v_1} \); 2. \( v = v_1 \cos \alpha \); 3. \( t = \frac{s}{v} \).

Г АВТ: \( v_1 - x \rightarrow \Pi \); \( v_2 - x \rightarrow \Pi \); \( s - x \rightarrow \Pi \); B/O; C/П — ответ \( \alpha \); C/П — ответ \( v \); C/П — ответ t.
46. 19,3 м/с; 21,5° к востоку от меридиана. 47. a) 1,4 м/с; 3,4 м/с; 2,6 м/с; b) 1. (-1,4 м/с, 0); 2. (-3,4 м/с, 0); 3. (-2,4 м/с, 1 м/с). 48. \( v_{cp} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 12 \) м/с.

49. 1 м/с; 2,3 м/с. 50. 0,05 с. 51. 50 с. 52. 10 м/с. 53. 20 с. 54. 4 м/с. 55. \( v_x = 20 - 0,25t \). 56. 1 м/с; 2,5 м/с; 4 м/с; 0,5 м/с²; \( v_x = 1 + 0,5t \).

57. \( v_{lx} = 1,25t; \quad v_{lx} = 5 + 5t; \quad v_{lx} = 20 - 4t \). 58. \( v_y = 30 - 10t; \quad 10 \) м/с; 0; -10 м/с. 59. См. рис. 122. 60. 2:1; 1:2. 61. 90 см. 62. \( s_1:s_2:s_3:s_4 = 1:4:9:16; \quad 5 \) м/с²; 1 м/с; 2 м/с; 3 м/с; 4 м/с. 63. 10 с. 64. 9 с.

**Рис. 122**

![Graphs](image)

65.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( v_x ), м/с</th>
<th>( s_x ), м</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>2,29</td>
<td>4,24</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>7,61</td>
<td>35,8</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>8,35</td>
<td>36,3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>715</td>
<td>0,414</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>23,7</td>
<td>226</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>85,8</td>
<td>2230</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ v = at; \quad s = \frac{at^2}{2}. \]

F АВТ; \( a \rightarrow \Pi; \quad t \rightarrow \Pi^2; \quad B/O; \quad C/\Pi \) — ответ \( v \); \( C/\Pi \) — ответ \( s \).

66. 100 м/с²; 1 км/с. 67. 715 м/с. 68. В 1,41 раза. 69. 50 м. 70. Ускорение при разбеге в 1,24 раза меньше, а время в 1,46 раза больше.

71. \( s_2 = s_1 \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^2 = 54 \) м.

72.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( a_x ), м/с²</th>
<th>( v_{0} ), м/с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>170</td>
<td>5,85</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,5</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,418</td>
<td>16,3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>18,8</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>4,97</td>
<td>21,4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ a = \frac{2s}{t^2}; \quad v_0 = at. \]

F АВТ; \( s \rightarrow \Pi; \quad t \rightarrow \Pi^2; \quad B/O; \quad C/\Pi \) — ответ \( a \); \( C/\Pi \) — ответ \( v_0 \).
73. а) В 3 раза; б) в $\sqrt{3}$ раза. 74. $x = 3t^2$; 300 м. 75. $v_x = 0,8t$; 6,4 м.
76. Ускоренное; -5 м; 5 м.
77.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$v$, м/с</th>
<th>$a$, м/с$^2$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>14</td>
<td>0,4</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>10</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>3,33</td>
<td>-0,37</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0</td>
<td>-0,42</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>8,3</td>
<td>0,29</td>
</tr>
</tbody>
</table>

$u = \frac{2a}{t} - u_0$; $a = \frac{u - u_0}{t}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>П</td>
<td>→ х1</td>
<td>2</td>
<td>х</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>+</td>
<td>П</td>
<td>→ х3</td>
<td>−</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>х</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>+</td>
<td>П</td>
<td>→ х3</td>
<td>−</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $s = x → П1$; $t = x → П2$; $u_0 = x → П3$; В/О; С/П — ответ $u$; С/П — ответ $a$.

78. 2 м/с; 8 м/с. 79. 0,2 м/с$^2$; 15 м/с. 80. 1, 0, 0, -0,8 м/с$^2$, влево, равноускоренное; 2. 400 м, -0,6 м/с, 0, влево, равноускоренное; 3. -300 м, 0, 0, похой.
81. $v_1 = 10 + 0,8t$, ускоренное; 2. $v_2 = 2 - 2t$, замедленное, через 1 с ускоренное; 3. $v_3 = -4 + 4t$, замедленное, через 1 с ускоренное; 4. $v_4 = -1 - 12t$, ускоренное.
82. $x_1 = 0,625t^2$, $x_1 = 5t + 2,5t^2$, $x_1 = 20t - 2t^2$.

F АВТ; $s = x → П1$; $s_2 = x → П2$; $t = x → П3$; В/О; С/П — ответ $t_1$; С/П — ответ $s_2$; С/П — ответ $u$; С/П — ответ $a_1$; С/П — ответ $a_2$.

83.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$t_1$, c</th>
<th>$t_2$, c</th>
<th>$u$, м/с</th>
<th>$a_1$, м/с$^2$</th>
<th>$a_2$, м/с$^2$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>10</td>
<td>8</td>
<td>1,6</td>
<td>0,8</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,8</td>
<td>6,2</td>
<td>10</td>
<td>3,57</td>
<td>1,611</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>5,41</td>
<td>15,6</td>
<td>12,6</td>
<td>2,32</td>
<td>0,806</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>24,4</td>
<td>14,6</td>
<td>9,02</td>
<td>0,37</td>
<td>0,62</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) $t_1 = \frac{s_1}{s_1 + s_2}$; 2) $t_2 = \frac{s_2}{s_1 + s_2}$; 3) $v = \frac{2(s_1 + s_2)}{t}$; 4) $a_1 = \frac{v(s_1 + s_2)}{s_1}$; 5) $a_2 = \frac{v(s_1 + s_2)}{s_2}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>П</td>
<td>→ х1</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>+</td>
<td>П</td>
<td>→ х3</td>
<td>+</td>
<td>П</td>
<td>→ х1</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>П</td>
<td>→ ха</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>П</td>
<td>→ ха</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>П</td>
<td>→ х1</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
<td>х</td>
<td>П</td>
<td>→ х2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

84. 2,6 м/с. 85. $v = \frac{2u_{0}p_{0}}{t} = 80$ км/ч. 86. а) 10 с; 40 м; б) 45 м; в) 120 м.
87. $x_1 = 6,9 + 0,1t^2$; $x_2 = 2t + 0,2t^2$; 3 с; 7,8 м. 88. 3 с, 5 с; 24 м, 40 м. 89. 2 с; 0,04 с; 7,1 м/с; 625 мкм. 90. 4,2: 10$^{-1}$ с$^{-1}$. 91. Да; нет. 92. 45 000. 93. 3,14 м/с.
94. Частота вращения передних колес в 2 раза больше. 95. 0,61 с$^{-1}$, 1,65 с; 0,22 с$^{-1}$, 4,68 с. 96. Со скоростью большей чем 334 км/ч; с востока на запад.
возможно. 97. 7,8 км/с. 98. Уменьшается в 2 раза. 99. 1 : 20. 100. 60 об/мин.
101. 15 м/с. 102. \( v = \frac{sdlna}{t_2} \) = 5,9 м/с; 5 м/с. 103. 0,5 м/с². 104. 25,3 сут.;
5,7 мм/с². 105. 41 м/с; 5,6 км/с². 106. 20 м/с. 107. 360 м/с². 108. 1 км/с².
109. a) 1 : 2; b) 2 : 1. 110. 1 : 5. 1 : 200. 111. \( \frac{a}{d_1} \) = \( \frac{2a^2}{dt^2} \). 112. a) Притяжение к
Земле и выталкивающее действие воды; b) притяжение к Земле компенсирует
себя упругостью грунта и выталкивающим действием воды. 113. Притяжение к
Земле компенсируется выталкивающим действием воздуха и его сопротивляе-
нием. 114. Притяжение Земли и натяжение нити компенсируются выталки-
вающим действием воздуха. Притяжение Земли по компенсирует выталки-
вающее действие воздуха. 115. Нет, так как трение о шесте и выталкивае-
ющее действие воздуха ничем не компенсируется. 116. При толчке — ускорен,
точка, так как дей-
ствие теплового превышает трение. После толчка — замедленно. 117. б), д).
118. Будет в случаях a), г), d). 119. a) Равномерно; б) замедлено; г) ускоренно;
120. 2 : 1. 121. 20 т. 122. Ускорение второго шара в 8 раз больше; не зависит. 123. Ускорение стального в 1,4 раза больше.
124. Одноковы. 125. 2 м/с. 126. 5 т. 131. а) Равномерно, прямолинейно;
б) прямоугольно, ускоренно; в) и г) криволинейно. 132. Когда сума силы тяже-
сти и силы сопротивления станет равной по модулю выталкивающей силе.
133. Не может; 2 Н 30 Н. 134. Может, если угла между соседними силами
будут равны по 120°. 135. 400 Н. 136. 500 Н. 137. 13 кН; 23° к горизонту.
138. 20 Н, 139. 2 м/с². 140. 150 Н. 141. 0,8 м/с². 142. 2 т.

<table>
<thead>
<tr>
<th>a</th>
<th>0,25 м/с²</th>
<th>2 м/с²</th>
<th>200 кг</th>
<th>20 т</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>m</td>
<td>80 Н</td>
<td>20 Н</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

144. 1,5 м/с². 145. Легкового в 2 раза больше. 146. 250 Н. 147. 68 м/с.
148. \( \frac{a_1}{a_2} = 0,08 \) м/с². 149. 200 г. 150. 4 Н; 0; -2 Н. 151. Да; если закрепить
вторых полушария к неподвижному предмету, то понадобится весомая людская.
152. Одноковы. 153. Если выходит, то положение космонавта относительно
корабля не изменится; если бросит, то космонавт придет в движение. 154. В
первом случае на борт и дно лодки действуют равные по модулю и противополо-
жные по направлению силы. Во втором — только одна сила, так как вторая
приложена к берегу. 155. Сила, действующая на голову вверх, равна силе, дей-
ствующей вниз в плече. 156. Не нарушится в обоих случаях. 157. Верхний 2 Н;
нижний 10 Н. 158. 40 г. 159. 1 кН/м; 60 Н. 160. 100 Н. 161. 4 мм.
162. 33,5 кН/м; 26 кН/м. 163. 0,5 кН/м. 164. Жесткость стальной в 2 раза
больше. 165. 10 Н/м. 166. 2 к. 167. \( k = \frac{h_1g_2}{h_2 + g_2} \). 168. 1 см. 169. 1 мм.
170. Порядка 1 Н. 171. 2 ⋅ 10² Н. 172. В 4 раза; в 36 раз. 173. На расстоянии 9
земных радиусов. 174. В точке, отстоящей от 6 земных радиусов от центра
Луны. 175. \( F_2 = 0,76 F_1 \). 176. 4,4 м/с². 177. 3,27 ⋅ 10² кг. 178. 3,8 м/с².
179. 13 см/с²; 330 мм/с². 180. 8,8 м/с². 181. 7,35 кН; 1,22 кН. 182. На 80 м/с².
183. На 3,6 кН. 184. 2,4 кН. 185. ±37 кН. 186. \( \alpha_1 = g; \quad \alpha = \frac{g}{2} \). 187. 700 Н.
188. 600 Н; 300 Н. 189. 1,7. 190. 5. 191. 6. 192. Перегрузка при отталкивании
и касании Земли; невесомость при полете. 193. г). 194. 9,5%. 195. Положить
тела на чашу весов и сообщить им ускорение. Тела поочередно подвешивать к
176
динамометру и сообщать одинаковые ускорения. 196. Д. 197. На Луне нет атмосферы. 198. 20 м/с. 200. 10 м/с². 201. \( v_1 : v_2 = 2; \ h_1 : h_2 = 4. \) 202. 3,4 с; 33,6 м/с. 203. 0,4 с; 25 м/с². 204. 35 м. 205. 4 с. 206. Численно равно \( \frac{\varepsilon}{2} (2n - 1); \) 207. 15 м/с; на 1 с. 208. \( v_0 = \frac{h_2 - h_1}{2h} \sqrt{2gh_1}. \) 209. 30 м/с; 45 м. 211. В 2 раза. 212. 4 м; 20 м; 200 м. 213. В 2,25 раза. 214. 4520 м; 740 м/с; значительно уменьшаются в виду сопротивления воздуха. 215. 40 м; 2 с; 4 с. 216. 1) 3,44; 2) 4,92; 3) 5,89; 4) 6,61; 5) 9,34 м.

\[ h = \frac{2(v_2 - v_1)^2}{g} \]

1 + 

C/II

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>x</td>
<td>Fπ</td>
<td>x</td>
<td>F x²</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>9</td>
<td>-</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<p>| |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>F АВТ; r; В; V; В/О; C/II — ответ ( h ).</td>
</tr>
</tbody>
</table>

217. \( y = 20t - 5t^2; \) а) 1 с и 3 с; б) 2 с; не будет. 218. а) \( y = 20t - 5t^2; \) б) \( y = 25 + 20t - 5t^2; \) 5 с. 219. \( t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \) \( v_0 = a \sqrt{\frac{g}{2h}} \). 220. 0,7 м. 221. 2 с; 3 м/с.

222. Время не изменится; дальность увеличится вдвое. 223. Увеличить в \( \sqrt{2} \) раза. 224. \( s = 2\sqrt{Hh} = 1,6 \) м. 225. 11,7 м/с; 59° к горизонту.

226. \( h = \frac{2a^2}{g} \) = 20 м. 227. \( x = 10t; y = 20 - 5t^2; y = 20 - 0,05x^2; \) а) 2 с; б) 20 м.

228. 180 м. 229. 3,1 с; 12 м; 40 м.

230.

\[
\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|}
\hline
\text{№} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\
\hline
H, м & 31,6 & 35,2 & 28,5 & 12,7 & 19,1 & 51,0 \\
t, с & 4,52 & 4,82 & 4,21 & 1,61 & 3,95 & 6,02 \\
s, м & 87,6 & 84,8 & 88,3 & 44,1 & 76,5 & 0 \\
v, м/с & 31,6 & 31,6 & 31,6 & 31,6 & 27,4 & 31,6 \\
\hline
\end{array}
\]

1) \( H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} + h; \) 2) \( t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \sqrt{\frac{2H}{h}}; \) 3) \( s = v_0 t \cos \alpha; \) 4) \( v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}. \)

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x2</td>
<td>F sin</td>
<td>x</td>
<td>→ Па (( v_0 \sin \alpha) )</td>
<td>F x²</td>
<td>2</td>
<td>+</td>
<td>П → x4</td>
<td>+</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П → x3</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>П → x4</td>
<td>+</td>
<td>F ( \sqrt{\frac{v_0}{g}} )</td>
<td>П → x4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td>П → x1</td>
<td>x</td>
<td>П → x2</td>
<td>F cos</td>
<td>C/П</td>
<td>П → x1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>F x²</td>
<td>П → x8</td>
<td>П → x4</td>
<td>x</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>+</td>
<td>F ( \sqrt{\frac{v_0}{g}} )</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( v_0 = x \rightarrow П1; \) \( \alpha = x \rightarrow П2; \) \( h = x \rightarrow П3; \) \( g = x \rightarrow П4; \) В/О; C/П — ответ H; С/П — ответ t; C/П — ответ s; C/П — ответ v.

231. 4h. 232. 91 м 5 см. 233. По вершинам квадрата, длины диагоналей которого увеличиваются со временем по закону \( 2v_0t, \) а центр движется вертикально вниз с ускорением свободного падения. 234. \( x = 8,7t; \) \( y = 20 + 5t - 4,9t^2, \)

7 Физика. Задачник 9—11 кл.
\[ y = 20 + 0.58x - 0.065x^2; \] a) \( x = 17.4 \text{ м}, y = 10 \text{ м}; \) b) \( 2.6 \text{ с}; \) v) \( 22 \text{ м}.

235. a) 0.7 с; b) 0.07 с; v) \( 3.8 \text{ м/с}.\)

<table>
<thead>
<tr>
<th>( g ), ( \text{m/s}^2 )</th>
<th>( v ), ( \text{км/с} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3.71</td>
<td>3.00</td>
</tr>
<tr>
<td>8.75</td>
<td>7.30</td>
</tr>
<tr>
<td>3.75</td>
<td>3.56</td>
</tr>
<tr>
<td>24.9</td>
<td>42.2</td>
</tr>
<tr>
<td>10.4</td>
<td>25.1</td>
</tr>
<tr>
<td>10.2</td>
<td>15.6</td>
</tr>
<tr>
<td>14.1</td>
<td>17.6</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ g = \frac{GM}{R^2}; \quad v = \sqrt{gR}.\]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>-</td>
<td>6</td>
<td>7</td>
<td>ВП</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>/- /</td>
<td>П ( \rightarrow ) x1</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П ( \rightarrow ) x2</td>
<td>F ( x^2 )</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td>П ( \rightarrow ) x2</td>
<td>( \times )</td>
<td>F( \sqrt{ } )</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( M = x \rightarrow \) П1; \( R \rightarrow x \rightarrow \) П2; В/О; C/П — ответ \( g; \) C/П — ответ \( v \), \( \text{км/с}.\)

237. 1 км/с. 238. 7.57 км/с; 96,5 мин. 239. 6.45 \( \times \) 10^{29} \text{ кт.} 240. В 2 раза меньше.

241. Скорость спутника Земли в 1,11 раза больше. 242. 7,73 км/с; 90,4 мин.

243. Увеличилась; уменьшилась. 244. Когда сила притяжения станет больше максимальной силы трения покоя, предмет придет в движение. 245. Во всех случаях сила трения покоя измеряется производной массы контейнера на углении автомобиля в системе отсчета «Земля».

a) Равна нулю; b) по направлению скорости; v) равна нулю; g) по радиусу к центру дуги поворота; d) в сторону, противоположную скорости.

246. Объем предметам сообщает ускорение относительно земли сила трения покоя. Если \( F_{тр.pред} \geq ma \), то предмет получит ускорение, равное ускорению поезда, т.е. останется в покое относительно вагона.

247. 3 м/с^2. 248. 6000 т. 249. 0.3. 250. 500 кгт. 251. 0.01. 252. 10 Н; 2.5 Н.

253. 9 Н. 254. 8 см. 255. На Луне нет атмосферы. 258. Так как сила сопротивления воды зависит от площади лобового сечения. 260. В \( \left( \frac{m+\mu}{h-\mu} \right)^2 = 49 \) раз.

261. 20 Н; 0.04. 262. 3 с. 263. Нарушил 264. При силье снаряда покоя не успевает сообщить ускорение, равное ускорению бумаги; \( a > 3 \text{ м/с}^2 \), не изменится.

265. 0.16 < \mu < 0.2. 266. Уменьшить скорость. 267. 8 м/с; уменьшится в 2 раза.

268. 40 м. 269. 0.48. 270. 2.5 м/с^2. 271. 15 кН. 272. 15 см/с^2.

273. 2 кН. 274. 2000 т. 275. \( a = (h - \mu)g = 0.5 \text{ м/с}^2 \). 276. 2.5 кН; 0.5 кН.

277. 20 м/с^2. 278. 35 кН. 279. 100 Н. 280. 0.2. 281. \( x = \frac{m}{h} - (\rho_1g + \rho_1a - \rho_2g) \).

282. 220 Н; 20 Н. 283. 2.3 кН. 284. 0.31. 285. 8 Н. 286. \( \mu = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \times \text{тга.} \)

287. \( \mu > \frac{1 - \mu}{\cos \alpha} = 0.53.\) 288. 220 Н; 380 Н; 430 Н. 289. 3.2 кН. 290. a) 5 см/с^2; b) 0; v) 2 см/с^2 (двигание замедленное). 291. 3 м/с.
$$1. a = \frac{F \, m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m}; \quad 2. v = \sqrt{2a} + v_0^2; \quad 3. t = \frac{2a}{v - v_0}.$$
\[ F \text{ ABT}; m_2 - x \to \Pi 1; \beta - x \to \Pi 2; \quad m_1 - x \to \Pi 3; \quad a - x \to \Pi 4; \quad g - x \to \Pi 5; \]
\begin{align*}
\text{B/O;} & \quad C/\Pi - \text{ответ} \ a; \quad C/\Pi - \text{ответ} \ F_n.
\end{align*}

\[ 314. \ 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 2,5 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}. \ 315. \ 30 \text{ м/с}. \ 316. \ \text{Свинцовый больше в} \]
\[ 1,5 \text{ раза.} \ 317. \ 2 \cdot 10^7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}. \ 318. \ 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 20 \text{ Н}; \ 200 \text{ Н}. \ 319. \ 800 \text{ Н}; \]
\[ 320. \ 16 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 48 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; \ 0. \ 323. \ 2) \ 2; \ 0) \ 3) -3,46; \ 4) -15,8; \ 5) 8,26 \text{ м/с}.
\]
\[ v_x = \frac{m_1 v_{x1} + m_2 v_{x2}}{m_1 + m_2}.
\]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x2</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x4</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x3</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ F \text{ ABT}; m_1 - x \to \Pi 1; \quad v_{1x} - x \to \Pi 2; \quad m_2 - x \to \Pi 3; \quad v_{2x} - x \to \Pi 4; \quad B/O; \]
\[ C/\Pi - \text{ответ} \ v_x.
\]

324. \ 0,1 \text{ м/с}. \ 325. \ a) \ 2,25 \text{ м/с}; \ b) \ 0,75 \text{ м/с}; \ v) -0,25 \text{ м/с} (в \text{противоположном}
\]
\[ \text{nаправлении).} \ 326. \ \text{На} \ 0,02 \text{ м/с}. \ 327. \ 7,1 \text{ м/с}; \ 7,1 \text{ м/с}. \ 328. \ 0,75 \text{ м/с}.
\]

329. \ 0,4 \text{ Дж.} \ 330. \ 47 \text{ кДж}. \ 331. \ 25 \text{ Дж.} \ 332. \ 45 \text{ кДж}. \ 333. \ 1,4 \text{ кДж}.
\[ 334. \ 700 \text{kДж}. \ 335. \ 1 : 3. \ 336. \ a) -5 \text{ Дж.}; \ b) 5 \text{ Дж.}; \ v) 0. \ 337. \ 1 \text{kДж}.
\]

338. \ 180 \text{ Дж}; \ 320 \text{ Дж}; \ 500 \text{ Дж}. \ 339. \ \text{Кинетическая энергия шайбы} в 3 \text{ раза}
\[ \text{больше.} \ 340. \ 200 \text{ ГДж.} \ 341. \ 120 \text{ Дж.} \ 342. \ \text{Импульс самолета в 3 \text{ раза больше,}
\]
\[ \text{а энергия} - в 2 \text{ раза меньше.} \ 343. \ 2 \text{ кг}; \ 4 \text{ м/с}. \ 344. \ E_k = \frac{m v_{x1}^2}{2};
\]

\[ E_k = 0,3 \text{ Дж}; \ v = \Delta t \frac{\sqrt{h}}{m}.
\]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x2</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x4</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x3</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ F \text{ ABT}; k - x \to \Pi 1; \quad m - x \to \Pi 2; \quad \Delta l - x \to \Pi 3; \quad B/O; \ C/\Pi - \text{ответ} \ v.
\]

345. \ 5 \text{ м}. \ 346. \ 4,5 \text{kДж}. \ 347. \ -16 \text{ Дж}; \ 4 \text{ Дж}; \ -12 \text{ Дж}; \ 12 \text{ Дж}. \ 348. \ 1 \text{kДж}.

349. \ 32 \text{ Дж}; \ \text{характеризует жесткость пружин; потенциальную энергию.}

350. \ 0,3 \text{ Дж}. \ 351. \ 0,5 \text{ Дж}. \ 352. \ 2 \text{ Дж}. \ 353. \ 1 : 3 : 5. \ 354. \ 1,2 \text{ Дж}. \ 355. \ -4 \text{ Дж};

4 \text{ Дж}; \ -4 \text{ Дж}. \ 356. \ 8 \text{ Дж}. \ 357. \ 5 \text{ Дж}. \ 358. \ 60 \text{ Дж}; \ 90 \text{ Дж}. \ 359. \ h = \frac{v_0^2}{4g} = 2,5 \text{ м}.

360. \ 20 \text{ Дж}; \ 2,5 \text{ Дж}. \ 361. \ v_0 = \sqrt{2gh}. \ 362. \ v = \sqrt{\frac{v_0^2}{2g} - 2gh}. \ 363. \ 60 \text{ м}. \ 364. \ 1,5 \text{ м}.

365. \ F_n = mg(3 - 2 \cos \alpha). \ 366. \ 7 \text{ мг}; \ mg. \ 367. \ \text{На} \ 6 \text{ мг}. \ 368. \ 1) \ 4,47; \ 2) \ 8,60;

3) 11,1; \ 4) 14,6; \ 5) \ 12,3 \text{ м/с}. \ 369. \ a) \ \text{Увеличивается в 2 \text{ раза};} \ b) \ \text{увеличится в} \ \sqrt{2}

\[ \text{раз; в) уменьшится в} \ \sqrt{2} \text{ раз.} \ 370. \ v = \frac{\Delta l (kz - 2 s)}{m}. \ \text{При выстреле вертикально}
\]
\[ \text{вверх скорость меньше.} \ 371. \ 6 \text{ кН}. \ 372. \ \text{Разорвается, так как возникающая сила}
\]
\[ \text{упругости равна} \ 50 \text{ Н}. \ 373. \ \frac{A_1}{A_2} = \frac{a_m}{\mu mg} = 10. \ 374. \ 240 \text{ кДж}; \ -30 \text{ кДж}; \ 210 \text{ кДж}.
\]

375. \ 6 \text{ МДж}; \ 3 \text{ МДж}. \ 376. \ -400 \text{ кДж}; -400 \text{ кДж}.

<table>
<thead>
<tr>
<th>μ</th>
<th>20</th>
<th>40</th>
<th>60</th>
<th>80</th>
<th>100</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0,6</td>
<td>2,6</td>
<td>10</td>
<td>24</td>
<td>42</td>
<td>65</td>
</tr>
<tr>
<td>0,2</td>
<td>7,9</td>
<td>31</td>
<td>71</td>
<td>126</td>
<td>197</td>
</tr>
<tr>
<td>0,06</td>
<td>20</td>
<td>79</td>
<td>177</td>
<td>315</td>
<td>492</td>
</tr>
<tr>
<td>0,04</td>
<td>39</td>
<td>167</td>
<td>364</td>
<td>629</td>
<td>983</td>
</tr>
</tbody>
</table>
\[ s = \frac{v^2}{2\mu g} = \left(\frac{v}{\mu} \cdot \frac{\text{м/с}}{2\mu g}\right)^2 \] ; \( v, \text{м/с} = v, \text{км/ч} \cdot \frac{2 \cdot 1000}{2800} = \frac{5}{18} v, \text{км/ч} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( v, \text{м/с} )</th>
<th>( E_k, \text{kДж} )</th>
<th>( A_{\text{тр}}, \text{kДж} )</th>
<th>( N, \text{kВт} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>15</td>
<td>157</td>
<td>51,5</td>
<td>20,9</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>13,3</td>
<td>123</td>
<td>61,7</td>
<td>16,4</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>19,2</td>
<td>259</td>
<td>61,7</td>
<td>41,1</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>15,4</td>
<td>841</td>
<td>264</td>
<td>135</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>13,7</td>
<td>684</td>
<td>406</td>
<td>75,4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( v = \frac{\mu l}{t} \); 2) \( E_k = \frac{mv^2}{2} \); 3) \( A_{\text{тр}} = \mu mgs \); 4) \( N = \frac{E_k + A_{\text{тр}}}{t} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x1 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x2 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x3 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x4 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x5 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x6 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x7 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x8 )</th>
<th>( \text{П} \rightarrow x9 )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
<td>4</td>
<td>5</td>
<td>6</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>9</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F ABT; \( s, \text{м} \rightarrow x \rightarrow \text{П}1; \) \( t \rightarrow x \rightarrow \text{П}2; \) \( m, \text{t} \rightarrow x \rightarrow \text{П}3; \) \( u, \text{m/c} \rightarrow \text{П}4; \) \( v, \text{м/с} \rightarrow \text{П}5; \) \( \text{C/П} \rightarrow \text{П}6; \) \( \text{C/П} \rightarrow \text{П}7; \) \( v, \text{м/с} \rightarrow \text{П}8; \) \( \text{C/П} \rightarrow \text{П}9; \) \( \text{C/П} \rightarrow \text{П}10 \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( a, \text{м/с}^2 )</th>
<th>( t, \text{s} )</th>
<th>( E_k, \text{кДж} )</th>
<th>( A, \text{кДж} )</th>
<th>( N, \text{кВт} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>2,15</td>
<td>2,31</td>
<td>1,74</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>22,6</td>
<td>32,4</td>
<td>48,0</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>16,2</td>
<td>253</td>
<td>555</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>24,2</td>
<td>340</td>
<td>824</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1,07</td>
<td>10,5</td>
<td>17,2</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( a = \frac{v^2}{2t} \); 2) \( t = \frac{2t}{a} \); 3) \( E_k = \frac{mv^2}{2} \); 4) \( A = nFs \); 5) \( N = \frac{nFr}{2} \).
F АВТ; \( v, \text{ км/ч} \rightarrow x \rightarrow \Pi 1; \) \( s, m \rightarrow x \rightarrow \Pi 2; \) \( m, t \rightarrow x \rightarrow \Pi 3; \) \( n \rightarrow x \rightarrow \Pi 4; \) \( F, \text{ кН} \rightarrow x \rightarrow \Pi 5; \) V/0; C/П — ответ \( a, \text{ м/с}^2; \) C/П — ответ \( t, \text{ с; } \) C/П — ответ \( E_k, \text{ кДж; } \) C/П — ответ \( A, \text{ кДж; } \) C/П — ответ \( N, \text{ кВт.} \)

398. 12 кДж; 66%. 399. 88%. 400. 100 МВт·ч. 401. 40%. 402. 1,6 м/с. 403. 4,9 м/с. 404. Мячник будет находиться на оси стрелки, где наибольшая скорость и наименьшее давление. При перемещении шланга край шарика попадает в область большего давления и шарик следует за стрелкой. 405. В сливной трубе вода движется с большой скоростью, поэтому давление уменьшается и может стать меньше атмосферного. 406. 1300 л. 408. Против движения часовой стрелки. 409. 0,25 с; 4 Гц. 410. Комар больше на 24 000 взмахов. 411. 80 см.

412. Больше при полете за ненагретом: \( \Delta \gamma = \frac{s_1 - s_2}{v_1/2 + v_2/2}; \) \( \Delta \gamma = 5000. \)

413. а) Ответи; б) толкнуть. 414. 4 см. 415. 200 г. 416. Второй в 2 раза дальше.

417.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( E, \text{ Дж} )</th>
<th>( E_p, \text{ Дж} )</th>
<th>( E_k, \text{ Дж} )</th>
<th>( v, \text{ м/с} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,049</td>
<td>0</td>
<td>0,049</td>
<td>0,60</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,049</td>
<td>0,049</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,049</td>
<td>0,027</td>
<td>0,022</td>
<td>0,41</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,049</td>
<td>0,012</td>
<td>0,037</td>
<td>0,40</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,075</td>
<td>0,049</td>
<td>0,026</td>
<td>0,33</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( E = \frac{kx^2}{2}; \) 2) \( E_p = \frac{ka^2}{2}; \) 3) \( E_k = E - E_p; \) 4) \( v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}. \)

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>( \Pi \rightarrow x1 )</th>
<th>( \Pi \rightarrow x2 )</th>
<th>( Fx^2 \times )</th>
<th>( x \rightarrow \Pi )</th>
<th>( x \rightarrow \Pi )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>( Fx^2 \times )</td>
<td>( x \rightarrow \Pi )</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x4 )</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>( + )</td>
<td>( 2 )</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x3 )</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( h \rightarrow x \rightarrow \Pi 1; \) \( A \rightarrow x \rightarrow \Pi 2; \) \( x \rightarrow x \rightarrow \Pi 3; \) \( m \rightarrow x \rightarrow \Pi 4; \) \( V/0; \) C/П — ответ \( E; \) C/П — ответ \( E_p; \) C/П — ответ \( E_k; \) C/П — ответ \( v. \)

418.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( T, \text{ с} )</th>
<th>( v, \text{ Гц} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,782</td>
<td>1,28</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,823</td>
<td>1,22</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,453</td>
<td>2,21</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,585</td>
<td>1,71</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,913</td>
<td>1,09</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}; \) \; \) \( v = \frac{1}{T}. \)

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>( \sqrt{F} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>( F ) \times )</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( m; \) В; \( h; \) \( V; \) C/П — ответ \( T; \) C/П — ответ \( v. \)

419. 4 кг. 420. 100 г. 421. Уменьшится в 2 раза. 422. 1) 0,753 с, 1,33 Гц; 2) 2,01 с, 0,498 Гц; 3) 1,72 с, 0,582 Гц; 4) 2,93 с, 0,341 Гц; 5) 19,9 с, 0,0503 Гц.

182
\[ T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad v = \frac{1}{T}. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>9</td>
<td>.</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>( F\sqrt{\frac{F\pi}{x}} )</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>F/1/x</td>
<td>C/\Pi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( l \); В\( \uparrow \); В/О; C/\Pi — ответ Т; C/\Pi — ответ v.

423. Уменьшится в \( \sqrt{3} \) раз. 424. 9 : 1. 425. 10,1 м/с. 426. Будут отставать во всех случаях. 427. 16 см; 50 см. 428. \( A_2 = \frac{A_1}{2} \); \( T_2 = \frac{T_1}{3} \); \( v_2 = 2v_1 \). 429. 10 см; 0,2 с; 5 Гц. 430. в), г), д), ж). 431. Используется явление резоанса. 432. Нет. Надо подавать команду через промежутки времени, равные периоду собственных колебаний автомобиля. 433. От натяжения сети и массы спортсмена. 434. Период собственных колебаний у нагруженной машины больше, поэтому скорость, при которой наступает резонанс, меньше. 435. 0,5 с; 2 Гц. 436. 2,4 м/с. 437. 100 м. 438. 76 Гц. 1360 Гц. 439. 3,8 м; 3,8 см. 440. Например 5 км. 441. 100 м/c. 442. 20 м/c. 443. 20 км. 444. 1,57; 5,12; 5,12; 6,97; 7,31 мин.

\[ t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \left( 1 + \frac{v_0 \cos \alpha}{v_m} \right). \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П ( \rightarrow ) x1</td>
<td>П ( \rightarrow ) x2</td>
<td>( F\cos )</td>
<td>( \times )</td>
<td>3</td>
<td>4</td>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П ( \rightarrow ) x1</td>
<td>( \times )</td>
<td>П ( \rightarrow ) x2</td>
<td>( F\sin )</td>
<td>( \times )</td>
<td>2</td>
<td>( \times )</td>
<td>9</td>
<td>.</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>6</td>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>C/\Pi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( v_0 = x \rightarrow \Pi 1; \alpha = x \rightarrow \Pi 2; \) В/О; C/\Pi — ответ t.

445. Комар, так как он издает более высокий звук. 446. У работающей электро- дрели меньше частота и ниже высота тона. 447. 0,4 с. 448. 420 м. 449. Вследствие многократного отражения от стен и потолка на основной звук накладывается отраженный. 450. 200 моль. 451. 2,2 кг. 452. 1,5 л. 453. У свинцового масса в 1,7 раза, а объем в 1,1 раза больше. 454. 2 м\(^3\); 2 кг. 455. 3,3 \( \times 10^{-27} \) кг; 1,7 \( \times 10^{-27} \) кг. 456. 1,1 \( \times 10^{-22} \). 457. 3 \( \times 10^{-24} \). 458. 1,2 \( \times 10^{-20} \).

\[ \frac{N_A}{M}; \quad \frac{N_{A\chi}}{M}; \quad \frac{N_{Am}}{M}; \quad \frac{N_{AM}}{M}. \]

460. 0,01 мг; 1 мг. 461. 6,9 \( \times 10^{-10} \) м; больше в 180 раз. 462. 3,9 \( \times 10^{18} \). 463. Около 10\(^6\). 464. \( d = \sqrt{\frac{M}{2N_{AP}}}; \quad d = 2,8 \times 10^{-10} \) м.

465. Увеличилась в 2 раза. 466. Давление кислорода в 16 раз больше. 467. Увеличился в 3 раза. 468. 0,11 МПа. 469. 710 м/с. 470. 2,3 \( \times 10^{25} \) м\(^3\). 471. 493 м/с; 461 м/с. 472. 10\(^{-21}\) Дж. 473. Увеличилось в 6 раз. 474. 27 °C. 475. 127 °C. 476. На 10%. 477. 6 \( \times 10^{-21} \) Дж; 2 \( \times 10^{-26} \) м\(^3\). 478. 725 К. 479. В 3,9 раза. 480. 1,9 км/с. 481. В 4 раза. 482. 774 К. 483. В 1,12 раза. 484. \( \frac{(\theta)^2}{\beta KT} \).

485. В 6 \( \times 10^6 \) раз.
<table>
<thead>
<tr>
<th>h, км</th>
<th>$E \cdot 10^{-21}$, Дж</th>
<th>$n \cdot 10^{25}$, м$^{-3}$</th>
<th>$\rho$, кг/м$^3$</th>
<th>$\bar{v}$, м/с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>5,96</td>
<td>2,54</td>
<td>1,22</td>
<td>498</td>
</tr>
<tr>
<td>0,5</td>
<td>5,90</td>
<td>2,43</td>
<td>1,17</td>
<td>495</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>5,84</td>
<td>2,31</td>
<td>1,11</td>
<td>492</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>5,89</td>
<td>2,09</td>
<td>1,01</td>
<td>486</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>5,30</td>
<td>1,53</td>
<td>0,786</td>
<td>489</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>4,62</td>
<td>0,861</td>
<td>0,415</td>
<td>438</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) $\bar{E} = 1,5kT$; 2) $n = \frac{p}{kT}$; 3) $\rho = \frac{nM}{N_A}$; 4) $\bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>П→x1</td>
<td>П→x3</td>
<td>+</td>
<td>П→x1</td>
<td>+</td>
<td>П→x4</td>
<td>+</td>
<td>П→x5</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
</tr>
<tr>
<td>П→x2</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x2</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
<td>П→x3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $T \rightarrow x \rightarrow П1$; $x \rightarrow П2$; $k \rightarrow x \rightarrow П3$; $M \rightarrow x \rightarrow П4$; $N_A \rightarrow x \rightarrow П5$; $B/O$; $C/П$ — ответ $E$; $C/П$ — ответ $n$; $C/П$ — ответ $p$; $C/П$ — ответ $v$.

487. $v = 600$ м/с; $v_\text{тепр} = 590$ м/с. 488. 4 моль. 489. 8,2 МПа. 490. 100 кПа. 491. 45,7 кг. 492. 2 л. 493. Водород в 22 раза. 494. Увеличивать ординаты всех точек; а) в 1,5 раза; б) в 2 раза. 495. В 1,7 раза. 496. Плотность метана в 2 раза меньше. 497. 1,16; 2,34; 0,041; 0,257; 1,29 кг/м$^3$.

$p = \frac{nM}{RT}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>+</td>
<td>x</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $p$; $B^\uparrow$; $M$; $B^\uparrow$; $T$; $B/O$; $C/П$ — ответ $p$.

498. 64,4 кг/м$^3$. 499. 1,49 кг/м$^3$. 500. $\Delta m = \frac{p^\text{шл}}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$; $\Delta m = 2$ кг.

501. $m < \frac{M_r}{g^\text{шл}} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$; $m < 17,7$ г. 502. 9,5 л. 503. 810 кПа. 504. 380 МДж. 505. 677 °C. 506. Увеличился в 1,5 раза. 507. Имеется; надо спустить часть воздуха. 508. 100 кПа. 509. Так как с увеличением объема воздуха уменьшается его давление. Открыть пробку. 510. Увеличиться в 1,5 раза; уменьшится в 1,33 раза. 511. 100 кПа. 512. 90 мл. 513. 50 см$^3$. 514. 16 мм$^2$. 515. 210. 516. 60 Н, 40 Н.

517.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>$p$, кПа</th>
<th>$n_1$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>180</td>
<td>(100)</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>—</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>257</td>
<td>(286)</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>—</td>
<td>58</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>225</td>
<td>(75)</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1) \[ p = \frac{P_0(V + nV_0)}{V} \]; 2) \[ n_1 = \frac{(p_{\text{измен}} - P_0)V}{P_0V_0} \].

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>x</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>x</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>+</td>
<td>x \rightarrow П(p)</td>
</tr>
<tr>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>-</td>
<td>F_x &lt; 0</td>
<td>18</td>
<td>П \rightarrow xа</td>
<td>С/П</td>
<td>0</td>
<td>С/П</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
</tr>
<tr>
<td>-</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>x</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>1</td>
<td>С/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \(V_0 - x \rightarrow П1\); \(n - x \rightarrow П2\); \(V - x \rightarrow П3\); \(p_0 - x \rightarrow П4\); \(p_{\text{измен}} - x \rightarrow П5\); В/О; С/П — ответ \(p\), если следующее С/П будет 0; ответ \(n_1\), если следующее С/П будет 1.

518. \(\frac{(n-1)h}{2(n+1)}\). 519. 12,3 см. 520. 1) 77; 2) 73; 3) 75; 4) 74,2; 5) 74 см рт. ст.

\[ p = l\frac{(p_0-x)-x(x+h)}{1-x} \].

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>x</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>-</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>-</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \(p_0 - x \rightarrow П1\); \(x - x \rightarrow П2\); \(l - x \rightarrow П3\); \(h - x \rightarrow П4\); В/О; С/П — ответ \(p\). 521. 3,5 кг/м². 522. 7 л. 523. 93 °С. 524. 100 см³. 525. На 1 см. 526. 27 °С.

527. Относительно пропорциональных. 528. 39 °С. 531. 65 кПа. 532. 77 °С.

533. 210 кПа (сверх атмосферного). 534. 7 °С. 535. 127 °С. 536. а) При большем объеме угол наклона графика меньше; б) при большей массе угол наклона графика больше. 537. \(\frac{V_2}{V_1} = \frac{i_{\text{вн}1}}{i_{\text{вн}2}}\). 538. Увеличивается. 540. 1—2 — оставался постоянным; 2—3 — увеличивался пропорционально \(T\); 3—4 — увеличивался; 4—1 — уменьшался пропорционально \(T\). 543. Не был. 544. Насыщенный.

545. При \(t < 11 °С\). 546. 2,6 мг. 547. 21 мг. 548. 0,24 Па. 549. При 40 °С и в 4,34 раза больше. 550. В 12 раз. 551. Уровень воды в трубке опускается до ее уровня в сосуде. 552. Нельзя. 553. 2,2 кПа. 554. Температура кипения воды повышается, так как над поверхностью воды поддерживаются примерно удвоенное давление. 555. Известно, что туман — мельчайшие капельки воды. 561. 45,5%. 562. 73,5%. 563. 59%. 564. Увеличивается при 19%. 565. Не выпадет. 566. 75%. 567. 2,1 г.

568. Измерительно охлаждать до 11 °С; изотермически сжать до 27,7 л; уменьшить объем, соответственно снижая температуру. 569. Правильны. 570. 60%; 0,96 кПа; 7,3 г/м³. 571. 7 °С. 10 °С. 573. 2,4 мН. 48 мкДж. 574. 1,3 мН. 575. 28 мг. 576. 1) 74,2; 2) 71,4; 3) 72,8; 4) 72,1; 5) 71,1 мН/м.

\[ \sigma = \frac{mg}{\pi d^2} \].

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>x</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>x</td>
<td>F x</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; 9810 — x \rightarrow П1 (вносить 1 раз); m, г; B\(\uparrow\); n; B\(\uparrow\); d, мм; В/О; С/П — ответ \(\sigma\), мН/м.

185
577. Уменьшится в 1,2 раза. 578. 73 мкП/м. 579. В первом случае вода не смачивает поверхность листа, а во втором — смачивает. 580. Первая гусь покрыта тонким слоем жира, вследствие чего не смачиваются водой. 581. Чтобы за-крыть капиляры в штукатурке, так как иначе масло будет впитываться в капиляры, а красящий порошок оставаться на поверхности и легко осипаться. 582. Вследствие капилярного поднятия воды. 583. 11,7 мг. 584. 7,3 см. 585. На вершине горы, так как там меньше ускорение свободного падения. 586. Вода в 2,4 раза больше. 587. 0,47 мм. 588. 820 кг/м³. 589. 5,1 мм. 590. Уменьшится. 591. 22 мм/см. 592. Вследствие анестезии расширение в разных направлениях может быть различным. 593. Во время роста кристалла у его поверхности наблюдается уменьшение плотности раствора вследствие пере-хода растворенного вещества на кристалл. С уменьшением плотности эти слои раствора поднимаются вверх. 594. В первом случае кристалл растворяется, во втором — будет расти. 595. а) Сжатие; б) изгиб; в) растрескивание; г) кручение; д) кручение и сжатие; е) сдвиг. 596. Сдвиг и кручение. 597. Изгиб и кручение. 599. 32 МПа. 600. В проволоке большого диаметра напряжение в 9 раз меньше. 601. 0,0012; 1 МПа. 602. 0,0005; 1 мм. 603. 210 МПа. 604. 2,1 раза. 605. 3 мм; 606. 20 ГПа. 607. 52,5 Н. 608. В 4 раза. 609. Абсолютное удлинение уменьшилось в 4 раза, а относительное — в 2 раза. 610. Уменьшится в 2 раза. 611. 0,86 ГПа. 612. Более 13. 613. $h = \frac{601}{602}; h = 135$ м. 614. $l_0 = \frac{m_{1} - m_{2}}{m_{2} - m_{1}}$. 615. 37,4 кДж. 616. На 12,5 кДж. 617. Гелий больше в 10 раз. 618. Увеличивается; уменьшается; не изменяется. 619. $U = \frac{2p}{2}; U = 9$ МДж. 620. Уменьшилась в 3 раза. 621. $U_1 = U_2$. 622. 220 Дк. 623. 400 кДж. 624. $A = vRT$. 625. Работа, совершаемая водородом, в 16 раз больше.

626.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Газ</th>
<th>A, кДж</th>
<th>Q, кДж</th>
<th>$\Delta U$, кДж</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Азот</td>
<td>12,3</td>
<td>43,4</td>
<td>31,1</td>
</tr>
<tr>
<td>Водород</td>
<td>65,3</td>
<td>225</td>
<td>159</td>
</tr>
<tr>
<td>Воздух</td>
<td>2,40</td>
<td>8,45</td>
<td>6,06</td>
</tr>
<tr>
<td>Гелий</td>
<td>52,6</td>
<td>134</td>
<td>81,3</td>
</tr>
<tr>
<td>Кислород</td>
<td>1,47</td>
<td>5,18</td>
<td>3,71</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) $A = \frac{m}{M} R\Delta T$; 2) $Q = c_p m\Delta T$; 3) $\Delta U = Q - A$.

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>$\Pi \rightarrow x_1$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x_2$</td>
<td>$+3$</td>
<td>$\Pi$</td>
<td>$C/\Pi$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x_3$</td>
<td>$x \rightarrow \Pi a (A)$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x_4$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x_1$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x_3$</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $m = x \rightarrow \Pi_1$; $M = x \rightarrow \Pi_2$; $\Delta T = x \rightarrow \Pi_3$; $c_p = x \rightarrow \Pi_4$; $V/O$; $C/\Pi$ — ответ A, кДж; $C/\Pi$ — ответ Q, кДж; $C/\Pi$ — ответ $\Delta U$, кДж.

186
627. 3,3 МДж; 6,1 МДж. 628. 0,3 кДж. 629. 12,5 кДж; 43,8 кДж; 31,3 кДж.
630. $\frac{c_p M}{R}$ раза. 631. $\frac{c_p M}{c_p M - R} = 1,4$ раза. 632. $Q = \frac{1}{2} \cdot \Delta T$. 633. 0,6; 0,4.
634. 5,2 кДж/(кг·К). 635. См. рис. 123. 636. 300 К, 420 К, 250 Дж/(кг·К); 340 К, 420 К, 500 Дж/(кг·К). 639. 19,4; 19,3; 27,8; 10,7; 47,2 °C.
637. $\theta = \frac{c_1 m_1 + cm_t}{c_1 m_1 + cm_t}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>$\Pi \rightarrow x1$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x2$</td>
<td>$\chi \rightarrow \Pi_{a}$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x3$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x4$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x5$</td>
<td>$\chi \rightarrow \Pi_{a}$</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\chi$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $c - x \rightarrow \Pi_{1}$; $m - x \rightarrow \Pi_{2}$; $t - x \rightarrow \Pi_{3}$; $c_{1} - x \rightarrow \Pi_{4}$; $m_{1} - x \rightarrow \Pi_{5}$; $t_{1} - x \rightarrow \Pi_{6}$; B/O; C/P — ответ $\theta$.

640. 2,2 кДж/(кг·К). 641. 30 л и 120 л. 642. 55 °C. 643. 16 мин; 700 л.
644. Внутренняя энергия пара на 4,6 МДж больше. 645. 1) 4; 2) 21; 3) 64; 4) 417 коп.

$h = \frac{m(c(100-t)+r)}{\eta s638}$.

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>$\Pi \rightarrow x1$</td>
<td>-</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>9</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>$\Pi \rightarrow x2$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x3$</td>
<td>9</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td>$\Pi \rightarrow x6$</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; $t - x \rightarrow \Pi_{1}$; $m - x \rightarrow \Pi_{2}$; $\eta - x \rightarrow \Pi_{3}$; B/O; C/P — ответ $h$, коп.

646. 89 °C. 647. Через 12 мин; 0,15 г. 648. 3,5 кВт. 649. 33 г. 650. 6,3%.
651. Внутренняя энергия расплавленного свинца на 15 кДж больше.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>Q, кДж</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Олово</td>
<td>2,39</td>
</tr>
<tr>
<td>Свинец</td>
<td>3,40</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>5,70·10^5</td>
</tr>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>5,52·10^5</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>1,19</td>
</tr>
</tbody>
</table>

187
\[ Q = m[c(t_{\text{пл}} - t) + \lambda]. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Ф АВТ:**
- \( t_{\text{пл}} - x \rightarrow \Pi 1; \)
- \( t - x \rightarrow \Pi 2; \)
- \( c - x \rightarrow \Pi 3; \)
- \( \lambda - x \rightarrow \Pi 4; \)
- \( m - x \rightarrow \Pi 5; \)

В/О; С/П — ответ \( Q. \)

653. 22 кг. 654. 40 т. 655. 60 кДж/кг. 656. 9. 657. 23 г.

658.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( \Theta, ^\circ C )</th>
<th>( k )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>—</td>
<td>0,57</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>—</td>
<td>0,79</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>21</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>( \approx 0 )</td>
<td>( \approx 0 )</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>68</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>—</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( \Theta = \frac{cm_1}{c(m_2 + m_3)} \); 2) \( k = 1 - \frac{cm_1}{m_3} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>П \rightarrow x6</td>
<td>F x \geq 0</td>
<td>П \rightarrow xб</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>П \rightarrow xб</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>C/П</td>
<td>0</td>
<td>C/П</td>
<td>П \rightarrow xб</td>
<td>+</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>П \rightarrow xб</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>/—</td>
<td>C/П</td>
<td>1</td>
<td>C/П</td>
<td>/—</td>
<td>/—</td>
<td>/—</td>
<td>/—</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Ф АВТ:**
- \( c_b - x \rightarrow \Pi 1; \)
- \( m_b - x \rightarrow \Pi 2; \)
- \( t - x \rightarrow \Pi 3; \)
- \( m_x - x \rightarrow \Pi 4; \)
- \( \lambda - x \rightarrow \Pi 5; \)

В/О; С/П — ответ \( \Theta, \) если следующее С/П будет 0; ответ \( k, \) если следующее С/П будет 1.

659. 420 г; 80 г.

660.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( \Theta, ^\circ C )</th>
<th>( m, \text{кг} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>37,4</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>94,5</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>—</td>
<td>0,0269</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>—</td>
<td>0,134</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>21,5</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>28,8</td>
<td>—</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1) \[ \theta = \frac{m_0 + c_0 m_0^2 v_0^2 + c_0 m_0^2 v_0^4}{c_0 m_0 + c_0 m_0^2 v_0^2}. \]
2) \[ m_1 = \frac{m_0 + c_0 m_0^2 v_0^2 + c_0 m_0^2 v_0^4 - 100(c_0 m_0 + c_0 m_0^2 v_0^2)}{r}. \]

<p>| | | | | | | | | | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x2</td>
<td>x</td>
<td>П → Па (c_0 m_0)</td>
<td>П → x3</td>
<td>П → x4</td>
<td>П → x5</td>
<td>x</td>
<td>П → Пн (числитель)</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П → x6</td>
<td>x</td>
<td>П → x7</td>
<td>П → x5</td>
<td>x</td>
<td>П → Пс</td>
<td>П → xα</td>
<td>П → xб</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>+</td>
<td>x → Пи (знаменатель)</td>
<td>x → ПО (9)</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>-</td>
<td>Fx &lt; 0</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>П → x0</td>
<td>С/П</td>
<td>0</td>
<td>С/П</td>
<td>П → xд</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>-</td>
<td>П → x8</td>
<td>С/П</td>
<td>П → x3</td>
<td>С/П</td>
<td>С/П</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Ф АВТ; c_0 → x → Пи; m_0 → x → П2; t_0 → x → П3; с_0 → x → П4; m_0 → x → П5; t_0 → x → П6; λ → x → П7; r → x → П8; В/O; С/П → ответ θ, если следующее С/П будет 0; С/П → ответ m_1, если следующее С/П будет 1.

661. На 1,6 °C. 662. Δt = \frac{kbh}{100c}. 663. Первый. 664. На 120 K. 665. На 8 K.

666. Δt = \frac{kg \cdot cosα}{100c}. 667. Δt = \frac{9α^2}{8c}. 668. 357 м/c. 669. 38%; 32%. 670. Рабочая смесь. 671. 23%; 46 кДж/л. 672. 30%; 400 K. 673. 1) 32,6; 2) 30,4; 3) 24,6; 4) 24,0; 38,3%.

η = \frac{N_1}{qm_0}.

<p>| | | | | | | | | | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>x</td>
<td>+</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>БП</td>
<td>4</td>
<td>x</td>
<td>С/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Ф АВТ; N, кВт; В^\top; q, кДж/кг; Б^\top, m, kg; В^\top, t, ρ; В/O; С/П → ответ η, %.

674. 8,9 кВт. 675. 2 м. 676. 0,1 м. 677. 1 мН. 678. 10 см. 679. Увеличить в 2 раза.

680. а) 4 мН, 3 мН; б) 5 мН, 1 мН. 681. 10^{11}. 682. 1) \frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n};

2) \frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n}. 683. 1) Для одноименных зарядов: а) 1; б) 1,02; в) 1,20; г) 1,99; д) 4,42; е) 20; ж) 125,5. 2) Для разноименных зарядов: а) 0; б) 0,017; в) 0,204; г) 0,99; д) 3,4; е) 19; ж) 124,5. 684. x = 1,25r. 685. 2 мН. 686. В точке C в 2,25 раза больше. 687. В 1 см от меньшего и в 3 см от большего заряда.

688. F = \frac{\alpha^2}{\pi \rho q_0^2}. 689. 40 пКЛ, в 10 см от заряда -10 пКЛ и в 20 см от заряда 40 пКл. 690. 24 мкН; 32 мкН. 691. а) Одинаковые; б) угол отклонения второго больше.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>F, Н</th>
<th>q, Кл</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>6,37 \cdot 10^{-4}</td>
<td>1,80 \cdot 10^{-7}</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>8,86 \cdot 10^{-4}</td>
<td>2,27 \cdot 10^{-7}</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>3,92 \cdot 10^{-3}</td>
<td>9,90 \cdot 10^{-3}</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1,62 \cdot 10^{-3}</td>
<td>1,84 \cdot 10^{-7}</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>1,64 \cdot 10^{-2}</td>
<td>7,84 \cdot 10^{-7}</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1) \( F = mg \tan \frac{\alpha}{2} \); 2) \( q = 2l \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{E}{k}} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>Π → x1</td>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>Fx²</td>
<td>Π → x1</td>
<td>+</td>
<td>4</td>
<td>+</td>
<td>C/Π</td>
<td>Π → x1</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>-</td>
<td>БП</td>
<td>03</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( F \text{ АБТ}; \) \( n \rightarrow x \rightarrow \Pi 1; \) В/О; С/Π — ответ 1); С Π — ответ 2).

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>2</td>
<td>Ftg</td>
<td>9</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>x</td>
<td>Π → x1</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>x</td>
<td>C/Π</td>
<td>9</td>
<td>ВП</td>
<td>9</td>
<td>+</td>
<td>F√</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>+</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>F sin</td>
<td>Π → x3</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>C/Π</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( F \text{ АБТ}; \) \( \alpha \rightarrow x \rightarrow \Pi 1; \) \( m \rightarrow x \rightarrow \Pi 2; \) \( l \rightarrow x \rightarrow \Pi 3; \) В/О; С/Π — ответ \( F; \) С/Π — ответ \( q. \)

693. 200 B/m. 694. 24 мкН. 695. 1,76 \( 10^{15} \) м/с². 696. 40 кВ/м. 10 кВ/м. 697. а) 0,125 кВ/м; б) 200 кВ/м, \(-75\) кВ/м; в) \(-200\) кВ/м, 75 кВ/м; г) 0,\(-125\) кВ/м. 698. а) 576 кВ/м; б) 432 кВ/м. 699. На прямой, соединяющей заряды, на расстоянии 1/3 \( a \) от меньшего и 2/3 \( a \) от большего; на той же прямой на расстоянии \( a \) от меньшего и 2\( a \) от большего. 700. 70 кВ/м, 10 кВ/м; 50 кВ/м, \( 50 \) кВ/м. 701. На 3°. 702. \( E = \frac{q_1}{2\pi\rho_0 a^2}. \) 703. Прямолинейное, равноускоренное.

\( y = \frac{m}{q^2} x. \) 705. Положительный. 706. В первом. 707. Больше в случае различных зарядов. 709. Не оставляя. 710. Уменьшались, причем во втором случае больше. 711. \( \text{При заземлении заряда одного знака стекает с гильзы и сила притяжения увеличивается.} \) 713. 1,4 мкКл/м²; 0; 90 кВ/м. 714. \( E = \frac{2}{\rho_0}. \) 715. Увеличится. 716. 20 кВ/м. 717. Отклонится; не отклонится; отклонится. 718. 120 В/м; 70 В/м; 420 В/м. 719. 900 В/м. 720. 20 кКл. 721. Увеличить в 9 раз. 722. Уменьшить в 1,45 раза. 723. 2. 724. 20 см. 725. \( \epsilon = \frac{v}{0.5 - \frac{v}{2}}. \) 1,7. 726. 20 мкДж. 727. 10 мкДж; \(-10\) мкДж; 20 В. 728. \(-0.5\) мкДж; 0,5 мкДж; 20 В. 729. 40 мкДж. 730. 30 мкДж; \(-30\) мкДж; 6 кВ; \(-30\) мкДж; 6 кВ. 731. 1,6 10⁻¹³ Дж; \(\text{Дж}; \) \(-1,6\) 10⁻¹³ Дж; 6,9 Мм/с. 732. \(-2,27\) кВ. 733. \( \Delta \phi = \frac{mv^2}{2q}. \) \( \Delta \phi = 4,2 \text{ МВ}. \) 734. Кинетическая энергия \( \alpha \)-частицы в 2 раза больше, а скорость в \( \sqrt{2} \) раз меньше. 735. 20 кВ/м. 736. а) \pm 6 кВ; б) 0; в) \pm 4,2 кВ. 737. 3,5 кВ. 738. 3000. 739. Не будет; не будет; будет. 740. Одинаковы. 741. В точке С.
742. См. рис. 124. 743. Увеличилась на 1,5 кВ/м; уменьшилась на 0,5 кВ/м.
744. 4000 кВ/м. 745. 59 мкКл/м². 746. На второй в 100 раз больше. 747. На втором в 5000 раз больше. 748. 20 пФ. 749. 2,9 мкКл. 750. Нельзя.
751. Увеличится в 1,5 раза. 752. Увеличится в 2,73 раза. 753. 6. 754. Сблизить пластины, ввести диэлектрик; раздвинуть пластины, уменьшить рабочую площадь пластин. 755. 1 см. 756. 3,1 мкКл. 757. а) Не изменился, увеличилось в 3 раза, не изменилась, б) уменьшился в 3 раза, не изменилось, уменьшилась в 3 раза.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>C, пФ</th>
<th>q, мкКл</th>
<th>W, мДж</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>34</td>
<td>0,93</td>
<td>12,5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>580</td>
<td>1,4</td>
<td>1,7</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>1000</td>
<td>1,6</td>
<td>1,8</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>3300</td>
<td>3,1</td>
<td>1,4</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>4400</td>
<td>1,9</td>
<td>0,41</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r r^2}{d} \); 2) \( q = C U \); 3) \( W = \frac{qU}{2} \).
Ф АВТ; \( e \rightarrow x \rightarrow \Pi; \ r \rightarrow x \rightarrow \Pi 2; \ d \rightarrow x \rightarrow \Pi 3; \ U \rightarrow x \rightarrow \Pi 4; \ V / O; \ C / \Pi \) — ответ \( C, \Phi; \ C / \Pi \) — ответ \( q, \ K \); \( C / \Pi \) — ответ \( W, \) Дж.

759. 36 Дж; 15 кВт. 760. Увеличится в 16 раз. 761. На конденсатор меньшей емкости надо подать в 3 раза большее напряжение. 762. 800 мДж. 763. 220 мкДж. 764. 97 мДж/м². 765. а) Уменьшится в 2,5 раза. Энергия расходуется на поляризацию диэлектрика; б) увеличится в 2,5 раза. Энергия полняется за счет источника тока. 766. а) Уменьшилась в 2 раза, не изменилась; б) увеличилась в 2 раза, увеличилась в 4 раза. 767. 100 В; 0,1 Дж. 768. 200 м. 769. Уменьшилась в 4 раза.

770.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Материал</th>
<th>Параметры</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>( l, m )</td>
</tr>
<tr>
<td>Медь</td>
<td>33,9</td>
</tr>
<tr>
<td>Алюминий</td>
<td>631</td>
</tr>
<tr>
<td>Серебро</td>
<td>5,70</td>
</tr>
<tr>
<td>Сталь</td>
<td>691</td>
</tr>
<tr>
<td>Никром</td>
<td>21,7</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[
I = \sqrt{\frac{mk}{D'}}; \quad S = \frac{a}{R}.
\]

771. а) Нет; б) можно. 772. 21, 20 мВ/м. 773. 1,5 В. 774. 1:2:3. 775. 2 А; 2 Ом; 6 В; 12 В. 776. 100 м. 777. Второй. 778. 0,48 В. 779. Лампочка не горит, вольтметр показывает примерно 2 В, амперметр показывает нуль. 780. 0,049 Ом; 0,015 Ом. 761. 820 Ом; 2460 Ом. 782. 19,3 кОм; 2,2 Ом. 783. 2, 3, 4, 6, 9, 12, 13 кОм. 784. Увеличится в \( \frac{(n+1)^2}{n} \) раз. 785. 2 Ом.

786. Увеличится в 2 раза. 787. Первая лампа значительно ярче других. а) При выключении первой — другие гореть не будут; при выключении второй (или третьей) оставшиеся горят одинаково с неполным накалом; б) при закорачивании первой — оставшиеся горят в полный накал; при закорачивании второй (или третьей) первая лампа горит в полный накал. 788. 400 Ом, 100 Ом, 100 Ом; 40 В; 0,1 А, 0,4 А. 789. а) 0,9 Ом; б) 2,1 Ом; в) 2,4 Ом; г) 1,6 Ом; д) 2,5 Ом; е) 2,1 Ом. 790. \( U_2 = U_3 = 30 \) В; \( I_2 = 3 \) А; \( I_1 = I_4 = 5 \) А; \( U_1 = 10 \) В; \( U_4 = 20 \) В; \( U_{AV} = 60 \) В.
### 791.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( R_{общ} ), Ом</th>
<th>( I_1 = I_2 ), А</th>
<th>( U_1 = U_2 ), В</th>
<th>( U_3 ), В</th>
<th>( I_3 ), А</th>
<th>( U_4 = U_5 = U_6 ), В</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>5,5</td>
<td>10</td>
<td>20</td>
<td>15</td>
<td>7,5</td>
<td>2,5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>39,1</td>
<td>2,24</td>
<td>31,8</td>
<td>23,8</td>
<td>1,68</td>
<td>0,56</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>57,7</td>
<td>1,73</td>
<td>36,4</td>
<td>27,3</td>
<td>1,30</td>
<td>0,433</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,44</td>
<td>0,63</td>
<td>0,102</td>
<td>0,0764</td>
<td>0,477</td>
<td>0,159</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>775</td>
<td>0,0512</td>
<td>14,4</td>
<td>10,8</td>
<td>0,0384</td>
<td>0,0128</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ R_{общ} = 2R + \frac{1}{R} + \frac{1}{R_{общ}}; \]

\[ I_1 = I_2 = \frac{U}{R_{общ}}; \]

\[ U_1 = U_2 = I_1R; \]

\[ U_3 = U = 2U_1; \]

\[ I_3 = \frac{U_3}{R}; \]

\[ I_4 = I_5 = I_6 = I_1 - I_3; \]

\[ U_4 = U_5 = U_6 = \frac{U_3}{3}. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>( \Pi \rightarrow x_1 )</th>
<th>( F ) 1/( x )</th>
<th>( \Pi \rightarrow x_1 )</th>
<th>( F ) 1/( x )</th>
<th>3</th>
<th>+</th>
<th>+</th>
<th>( F ) 1/( x )</th>
<th>( \Pi \rightarrow x_1 )</th>
<th>2</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>( x )</td>
<td>+</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_2 )</td>
<td>+</td>
<td>( F ) 1/( x )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_1 )</td>
<td>( x )</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>2</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_2 )</td>
<td>-</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>( x \rightarrow Pb ) ((I_1 = I_3))</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_1 )</td>
<td>+</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_a )</td>
<td>-</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x_b )</td>
<td>3</td>
<td>+</td>
<td>( C/\Pi )</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( F_АВТ; \quad R \rightarrow x \rightarrow \Pi_1; \quad U \rightarrow x \rightarrow \Pi_2; \quad В/О; \quad \Pi_1 \) — ответ \( R_{общ}; \)

\( C/\Pi \) — ответ \( I_1 = I_2; \)

\( C/\Pi \) — ответ \( U_1 = U_2; \)

\( C/\Pi \) — ответ \( U_3; \)

\( C/\Pi \) — ответ \( I_3; \)

\( \Pi_1 \rightarrow \Pi_2; \quad \Pi_2 \rightarrow \Pi_3; \quad В/О; \quad \Pi_1 \) — ответ \( U_1; \)

\( \Pi_1 \) — ответ \( U_2; \)

\( \Pi_1 \) — ответ \( U_3; \)

\( \Pi_1 \) — ответ \( R_2; \)

\( \Pi_1 \) — ответ \( P_2. \)

### 792.

Лампочки соединены последовательно и параллельно первой из них подключить реостат, установив сопротивление примерно 23 Ом. 793. 12,5 Ом, 0,98 Вт; 0,27 А, 810 Ом, 794. 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт.

### 795.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( I ), А</th>
<th>( U_1 ), В</th>
<th>( U_2 ), В</th>
<th>( R_2 ), Ом</th>
<th>( P_2 ), Вт</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,28</td>
<td>3,5</td>
<td>2,5</td>
<td>8,93</td>
<td>0,7</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,5</td>
<td>220</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,315</td>
<td>127</td>
<td>93</td>
<td>295</td>
<td>29,3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1,9</td>
<td>4,15</td>
<td>12,3</td>
<td>6,43</td>
<td>23,3</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>3,19</td>
<td>5,74</td>
<td>8,46</td>
<td>1,08</td>
<td>11</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( I = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} \); 2) \( U_1 = IR_1 \); 3) \( U_2 = U - U_1 \); 4) \( R_2 = \frac{U_2}{I} \); 5) \( P_2 = I^2 R_2 \).

### 796. 240 Вт. 797.

Сопротивление лампы мощностью 40 Вт больше, а при последовательном соединении выделяемая мощность прямо пропорциональна сопротивлению участка. 798. Увеличилась в 1,1 раза. 799. 50%.
800.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>BL8</th>
<th>VL10</th>
<th>CH3</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>P, кВт</td>
<td>4560</td>
<td>5570</td>
<td>2970</td>
</tr>
<tr>
<td>N, кВт</td>
<td>4000</td>
<td>4990</td>
<td>2740</td>
</tr>
<tr>
<td>η, %</td>
<td>87,8</td>
<td>89,6</td>
<td>92,5</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( P = IU \eta \); 2) \( N = \frac{5}{18} F v (v, \ m/c = v, \ km/ч = \frac{5}{18} v, \ km/ч) \); 3) \( \eta = \frac{N}{P} \cdot 100\% \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П = х1</td>
<td>П → х2</td>
<td>П → х3</td>
<td>х</td>
<td>х → Па (P)</td>
<td>С/П</td>
<td>П → х4</td>
<td>5</td>
<td>х</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>+</td>
<td>П → х5</td>
<td>х</td>
<td>С/П</td>
<td>П → ха</td>
<td>+</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0</td>
<td>х</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( U, \ kВ = x → П1; \) I, A = x → П2; \( n = x → П3; \) v, \ km/ч = x → П4; \( F, \ kН = x → П5; \) В/О; C/П = ответ P, кВт; С/П = ответ N, кВт; С/П = ответ \( \eta, \% \).

801. Чтобы ограничить мощность, не увеличивая габариты прибора.

802.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>A, кдк</th>
<th>Q, кдк</th>
<th>η, %</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>28,8</td>
<td>15,3</td>
<td>53,2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>24</td>
<td>17,4</td>
<td>52,6</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>46,5</td>
<td>38,7</td>
<td>83,3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>27</td>
<td>11,4</td>
<td>42,2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>18</td>
<td>9,56</td>
<td>53,1</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( A = P; \) 2) \( Q = cm(t_2 - t_1); \) 3) \( \eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\% \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → х1</td>
<td>П → х2</td>
<td>х</td>
<td>x → Па (А)</td>
<td>С/П</td>
<td>П → х3</td>
<td>П → х4</td>
<td>–</td>
<td>П → х5</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>4</td>
<td>–</td>
<td>1</td>
<td>9</td>
<td>х</td>
<td>C/П</td>
<td>П → ха</td>
<td>+</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0</td>
<td>х</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( P = x → П1; \) \( \tau = x → П2; \) \( t_2 = x → П3; \) \( t_1 = x → П4; \) \( m = x → П5; \) В/О; С/П = ответ A; С/П = ответ Q; С/П = ответ η.

803. 69 м.

804.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( t_2, ^{\circ}C )</th>
<th>( m_1, \text{кг} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>—</td>
<td>8,49 \cdot 10^{-2}</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>92,2</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>—</td>
<td>0,272</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>73,8</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>42,2</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>17</td>
<td>—</td>
</tr>
</tbody>
</table>

194
1) \[ t_2 = \frac{\frac{V_2}{Rcm}}{t_1} \] 2) \[ m_1 = \frac{\frac{V_2^2}{R} - cm(100-t_1)}{r} \]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → х1</td>
<td>П → х2</td>
<td>×</td>
<td>П → х3</td>
<td>+</td>
<td>х → Па</td>
<td>П → х4</td>
<td>+</td>
<td>П → х5</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>П → х6</td>
<td>+</td>
<td>х → Пв</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>-</td>
<td>Пх &lt; 0</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>П → х6</td>
<td>С/П</td>
<td>0</td>
<td>С/П</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>П → х6</td>
<td>-</td>
<td>П → х5</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>П → х4</td>
<td>×</td>
<td>П → х6</td>
<td>-</td>
<td>П → х7</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>1</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( U - x \to П1; \) \( r - x \to П2; \) \( R - x \to П3; \) \( m - x \to П4; \) \( В/О; \) \( c - x \to П5; \) \( t_1 - x \to П6; \) \( r - x \to П7; \) С/П — ответ \( t_2, \) если следующее С/П будет \( 0; \) — ответ \( m_1, \) если следующее С/П будет 1.

805. 18 Дж; 806. 2 А; 10 В. 807. \( \frac{F}{2} \) 808. 2 Ом. 809. 1 А; 9 кДж; 8,4 кДж; 0,6 кДж. 810. Амперметра — увеличается, вольтметра — уменьшается. 811. 5,5 А.

812.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( r, \text{Ом} )</th>
<th>( \mathcal{E}, \text{В} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>4,5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6,4</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,87</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1,7</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>2,3</td>
<td>20</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ r = \frac{U_1}{I_2} \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( U_1, \text{В} )</th>
<th>( P_2, \text{Вт} )</th>
<th>( U_2, \text{В} )</th>
<th>( U_2, \text{В} )</th>
<th>( P_2, \text{Вт} )</th>
<th>( U_2, \text{В} )</th>
<th>( P_2, \text{Вт} )</th>
<th>( U_2, \text{В} )</th>
<th>( P_2, \text{Вт} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>2,55</td>
<td>280</td>
<td>7,13</td>
<td>18,1</td>
<td>227,1</td>
<td>0,484</td>
<td>227,5</td>
<td>227,1</td>
<td>0,484</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,45</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>220</td>
<td>0</td>
<td>220</td>
<td>220</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>42,5</td>
<td>0,508</td>
<td>21,6</td>
<td>920</td>
<td>242</td>
<td>3,40</td>
<td>245</td>
<td>242</td>
<td>3,40</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>5,6</td>
<td>0,17</td>
<td>0,95</td>
<td>5,33</td>
<td>4,45</td>
<td>0,78</td>
<td>5,24</td>
<td>4,45</td>
<td>0,78</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>26,8</td>
<td>1,61</td>
<td>43,3</td>
<td>1160</td>
<td>423</td>
<td>5,64</td>
<td>429</td>
<td>423</td>
<td>5,64</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( I = \frac{R}{U}; \) 2) \( R_3 = \frac{2pl}{S}; \) 3) \( U_2 = IR_2; \) 4) \( P_2 = U_2I; \) 5) \( U_2 = U + U_2; \) 6) \( U_{внутр} = Il; \) 7) \( \mathcal{E} = U_{внутр} + U_{внутр}; \)

195
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П→x1</td>
<td>П→x2</td>
<td>×</td>
<td>П→x3</td>
<td>+</td>
<td>П→x4</td>
<td>С/П</td>
<td>П→x5</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П→x5</td>
<td>×</td>
<td>П→x6</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>П→ха</td>
<td>×</td>
<td>П→Пб</td>
<td>С/П</td>
<td>П→ха</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>×</td>
<td>С/П</td>
<td>П→xb</td>
<td>П→xa</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>П→xa</td>
<td>П→x7</td>
<td>×</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>С/П</td>
<td>П→xa</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Н AВT; n → x → П1; P → x → П2; U → x → ПЗ; I → x → П4; ρ, Ом · мм²/м = x → П5; S, мм² → x → П6; r → x → П7; В/О; C/П — ответ I; C/П — ответ Rₜ; C/П — ответ Uₜм; C/П — ответ Uₜвн; C/П — ответ Rₜ;

818. 6 Ом, 33%, 67%. 819. Увеличилась в 1,23 раза. 820. Увеличилась в 5 раз, уменьшилась в 1,8 раза, увеличились в 2,5 раза. 821. N — за плоскость чертежа.

822. Справа +++. 823. 0,04 Тл. 824. 5 A. 825. 0,1 н.м. 826. 0,32 мН·м; 0,411 нн·м. 827. 50 мкг. 828. 2 мкВ; 1,4 мкВ; 1 мкВ. 830. 40 мг. 831. 50 мН.

832. 20 мкг. 833. B = \( \frac{mte_{с}c}{T} \). 834. 8 нд. 835. Внизу 836. В точке С потенциал меньше, чем в точке D. 837. 0,32 нд. 838. 5,6 мкг. 839. 96 км/с.

840. \( R = \frac{\sqrt{mW_{c}}}{eB} \); \( R = 5,8 \) см. 841. а) для α-частицы в 2 раза больше; б) одинаковы. 842. \( T = \frac{2mW_{c}}{eB} \); \( T = 8,9 \) нс. 843. 1000 км/с. 844. \( \frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2B^2} \).

845. 1) 537; 2) 1640; 3) 4550; 4) 1850; 5) 2450 км/с.

\( v = \frac{2U}{BR} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>x</td>
<td></td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>С/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F AВT; U, кВ; В; Тл; В; Tl; Ω; R, м; В/О; С/П — ответ \( v \), км/с.

846. 2000; 1000. 847. Увеличилась в 1,75 раза. 848. 8 мкВ. 849. 2 · 10¹⁷.

850. 0,25 мм/с. 851. Во втором в 4 раза больше. 852. \( v = \frac{E}{\eta} = 0,5 \) мм/с.

853. 0,15 мм/с. 854. 250 °C. 855. 0,004 K⁻¹. 856. В момент включения сила тока во много раз больше нормальной, так как сопротивление холодной нити мало. 857. Резко увеличивается сила тока, а следовательно, и падение напряжения в подводящих проводах. 858. Уменьшается на 11%. 859. 2500 °C.

860. 1,4 · 10⁻⁷ Ом·м. 861. \( \frac{m}{\rho_{н}} = 6,7 \cdot 10^{-10} \). 862. Диройской, электропроводной.

863. Фосфор, мышьяк, сурьма. 864. Уменьшилось в 3 раза. 865. График 2 — к освещению; применение только при постоянном освещении; в 3 раза. 866. 2,5 кОм. 867. 100 Ом; 100 кОм. 868. 11,4 кА. 869. 12 Мм/с. 870. 680 км/с; 340 км/с. 871. 180 В. 872. 4 нс. 873. 1,6 нс. 874. \( U = \frac{4g_{д}W_{k}}{ex^2} \).

\( U = 3,2 \) кВ. 875. \( y = \frac{R^2}{4U} \); \( y = 0,5 \) см. 876. Увеличилась. 877. а), б) Не изменяется, в), г), д), е), и) увеличивается; ж), а) уменьшается. 878. Одинарная, в ванне A больше. 879. Ni — 50; Sn — 9,7; Ag — 3,6; Cr — 66,7; Zn — 36,3 мин.
\( t = \frac{m}{h} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>C/П</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>6</td>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( m, \text{мг}; \ V^\uparrow, \text{мг/кг}; \ V^\uparrow, I, A; V/O; C/П \) — ответ \( t, \text{мин} \).

880. 0,3 мг/кг. 881. 6 г. 882. 0,306 мг/кг; 0,204 мг/кг. 883. 2,04 мг/кг.

884. Масса железа в 1,53 раза больше. 885. 0,05 моль. 886. 3,1 сут.; 15 МВт: ч.

887. Для аллюминия в 50 раз больше. 888. 330 кВт: ч. 889. 0,13 МДж.

890. 16,7 мин. 891. 31 мкм; 19 мкм. 892. 30 нА. 893. 3,1 МВт/м; 2300 км/с.

895. 1,6 мм. 896. 2 мм. 898. 29 кА; 40 ТВт; 200 ГДж. 899. Бинзу больше напряженность поля; за счет конвекции. 900. 0,1%; слабая. 901. \( T = \frac{2W}{3k}; \)

\( T = 1,2 \cdot 10^3 \text{К} \). 903. a), г) Не будет; б), в), д) будет. 904. У первого и второго — одинаковое, у третьего — больше. 905. Против движения часовой стрелки; по часовой стрелке; против часовой стрелки. 906. Совпадает с направлением вращения магнита. 908. Ускорение больше при меньшем сопротивлении и большей скорости. 910. Линейный. 911. В. 912. 60 мВ/с. 913. 80. 914. 10 В/м. 915. \( q = \frac{\Delta F}{A} \); \( q = 400 \text{мКл} \). 916. \( q = \frac{nr}{2p} \); \( q = 0,1 \text{Кл} \).

917. 5 А. 918. 5 мВ. 919. 5,6 м/с. 920. a) 0,5 А; б) 0,7 А; в) 0,3 А. Влево со скоростью 10 м/с. 921. 0,1 мГн. 922. 2 мВ. 923. 2,5 мГн.

924. 100 В. 925. Индуктивность обмотки электродвигателя велика, и надо увеличить время размыкания цепи, чтобы уменьшить ЭДС самоиндукции.

926. a) Наклад лампочки на лампочку уменьшается; б) наклад вновь становится полным; b) на наклад вновь включается полным; a) на наклад лампочка ярко вспыхивает. 927. 120 Дж; уменьшится в 4 раза. 928. 2 А. 929. 2,5 Дж. 930. 1) 0,1; 2) 0,32; 3) 0,069; 4) 0,017; 5) 0,29 Гл.

\( L = \frac{2AW}{I^2_1 - I^2_2} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → х1</td>
<td>F x^2</td>
<td>П → х2</td>
<td>F x^2</td>
<td>П → х3</td>
<td>F 1/x</td>
<td>П → х3</td>
<td>х</td>
<td>х</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( I_2 \rightarrow x \rightarrow П1; I_1 \rightarrow x \rightarrow П2; \Delta W \rightarrow x \rightarrow П3; V/O; C/П \) — ответ \( L \).

931.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( W_1, \text{Дж} )</th>
<th>( I_1, \text{А} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>2,11</td>
<td>2,61</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,640</td>
<td>3,41</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,0187</td>
<td>1,02</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>6,40</td>
<td>4,34</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( W_1 = \frac{\Delta W}{n^2 - 1}; \ I_1 = \sqrt{\frac{2W_1}{L}} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → х1</td>
<td>F x^2</td>
<td>1</td>
<td>П → х2</td>
<td>+</td>
<td>F 1/x</td>
<td>C/П</td>
<td>2</td>
<td>х</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>П → х3</td>
<td>+</td>
<td>F \sqrt{C/П}</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( n \rightarrow x \rightarrow П1; \Delta W \rightarrow x \rightarrow П2; L \rightarrow x \rightarrow П3; C/П \) — ответ \( W_1; C/П \) — ответ \( I_1 \).
932. a) Уменьшилась в 2 раза; б) уменьшилась в 2 раза; в) уменьшилась в 4 раза.
933. 20 В. 934. 120 мкДж; 40 мкДж.
935. \( I_m = U_m \sqrt{\frac{L}{L}} \); \( I_m = 0,1 \) \( A \).
936. 1 мА; 200 В. 937. 7.
938.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( I, A )</th>
<th>( W, Дж )</th>
<th>( W_{ax}, Дж )</th>
<th>( W_{m}, Дж )</th>
<th>( t, A )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,5</td>
<td>5 · 10^{-3}</td>
<td>3,2 · 10^{-3}</td>
<td>1,8 · 10^{-3}</td>
<td>0,3</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1,55</td>
<td>0,705</td>
<td>0,194</td>
<td>0,512</td>
<td>1,40</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,460</td>
<td>2,32 · 10^{-6}</td>
<td>1,59 · 10^{-6}</td>
<td>7,35 · 10^{-7}</td>
<td>0,258</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>0,460</td>
<td>2,32 · 10^{-6}</td>
<td>2,32 · 10^{-6}</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,460</td>
<td>2,32 · 10^{-6}</td>
<td>0</td>
<td>2,32 · 10^{-6}</td>
<td>0,460</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( I = U \sqrt{\frac{L}{L}} \); 2) \( W = \frac{U^2}{2} \); 3) \( W_{ap} = \frac{C^2}{2} \); 4) \( W_m = W - W_{ap}; \) 5) \( i = \sqrt{\frac{2W_m}{L}} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x2 )</td>
<td>+</td>
<td>( F \sqrt{x} )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x3 )</td>
<td>( x )</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>( F x^2 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x2 )</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>+</td>
<td>( x \rightarrow \Pi )</td>
<td>(IV)</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>( \Pi \rightarrow x4 )</td>
<td>( F x^2 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>( \Pi \rightarrow xa )</td>
<td>-</td>
<td>K \mid x \mid</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>2</td>
<td>x</td>
<td>( \Pi \rightarrow x2 )</td>
<td>+</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>C/\Pi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; C — x → \( \Pi \); L — x → \( \Pi \); U — x → \( \Pi \); \( u \rightarrow x \rightarrow \Pi \); B/O; C/\Pi — ответ \( I \); C/\Pi — ответ \( W \); C/\Pi — ответ \( W_{ap} \); C/\Pi — ответ \( W_m \); C/\Pi — ответ \( I \).
939. \( t = -0,01 \pi \sin 10^4 \pi t; \) 0,2 мс; 5 кГц; 1 мкКл; 31,4 мА.
940. \( q = 10^{-4} \cos 500t; \) \( t = -0,05 \sin 500t; \) \( u = 100 \cos 500t; \) 50 мА; 100 В.
941. \( q = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5 \pi t; \) \( u = 20 \cos 10^5 \pi t; \) \( i = -2,5 \sin 10^5 \pi t; \) 20 В; 2,5 А;
25 мКГц.
942. \( t = \frac{T}{\pi} \). 943. 25 нс.
944.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( \frac{u}{U_{max}} )</th>
<th>( \frac{t}{T} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>0,707</td>
<td>0,125</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,866</td>
<td>0,0833</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>0,999</td>
<td>0,005</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0,0316</td>
<td>0,245</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>0</td>
<td>0,25</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( \frac{u}{U_{max}} = \sqrt{\frac{n}{n+1}} ; \) \( \frac{t}{T} = \frac{\arccos \sqrt{\frac{2n}{n+1}}}{2\pi} \).

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>( \Pi \rightarrow x1 )</td>
<td>+</td>
<td>+</td>
<td>( F \sqrt{x} )</td>
<td>C/\Pi</td>
<td>( F \cos^{-1} )</td>
<td>( F \pi )</td>
<td>+</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>+</td>
<td>C/\Pi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( n \rightarrow x \rightarrow \Pi \); B/O; C/\Pi — ответ \( \frac{u}{U_{max}} \); C/\Pi — ответ \( \frac{t}{T} \).

198
945.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>T, с</th>
<th>v, Гц</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1,92·10⁻³</td>
<td>520</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1,96·10⁻⁴</td>
<td>5,10·10³</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>2,17·10⁻⁵</td>
<td>4,61·10⁴</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>5,27·10⁻⁶</td>
<td>1,90·10⁵</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>3,34·10⁻⁷</td>
<td>2,99·10⁶</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[ T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{LC}}; \quad v = \frac{1}{T}. \]

F АВТ; С; B; L; B/О; C/П — ответ T; С/П — ответ v.

946. От 710 кГц до 71 МГц. 947. 5,1 МГц. 948. Уменьшится в 1,25 раза.

949. 0,01 мкФ. 950. 1) 0,01; 2) 1,26; 3) 3,64·10⁻³; 4) 0,28; 5) 0,63 мкФ.

\[ C_1 = \frac{\Delta C}{n^2 - 1}; \]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>×</td>
<td>F √</td>
<td>F π</td>
<td>×</td>
<td>2</td>
<td>×</td>
<td>C/П</td>
<td>F 1/x</td>
<td>C/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; АС; В; n; B/О; C/П — ответ C₁.

951. Увеличится в 3 раза; увеличится в 3 раза. 952. \( \phi = 0,008 \sin 16\pi t; \)

953. \( e = 0,1 \cos 10\pi t; \) нормаль к плоскости рамки перпендикулярна линиям индукции; \( 5\times 10^{-3}; \) 0,01 В. 954. 100 V. 955. а) Парабола; б) синусоида. 956. Будет; не будет.

957. 50 В; 0,4 с; 2,5 Гц; \( e = 50 \cos 5\pi t. \) 958. 100 В; 0; -200 В. 959. 1) 66; 2) 190; 3) -260; 4) 0; 5) -14 B.

\[ u_2 = \frac{u_1 \cos \varphi}{\cos 2\varphi}. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x₁</td>
<td>F cos</td>
<td>П → x₂</td>
<td>×</td>
<td>П → x₃</td>
<td>F π</td>
<td>×</td>
<td>x</td>
<td>C/П</td>
<td>F cos</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>C/Π</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; φ рад → x → П₁; \( u_1 \rightarrow x \rightarrow П₂; \) \( h \rightarrow x \rightarrow П₃; \) B/О; C/П — ответ u₂.

960. 610 кВ. 961. \( u = 310 \cos 100\pi t; \) \( l = 6,2 \cos 100\pi t. \)

962. \( \varphi , \frac{2\pi}{3}; \) 963. \( \frac{4\pi}{3}; \) 964. \( \frac{5\pi}{2}. \)

965. 0,8 кОм; 966. 36 мкФ. 967. а) Уменьшается; б) увеличивается. 968. 63 Ом; 0,5 кОм.

969. 0,16 Гн. 970. а) Первый увеличивается, второй уменьшается; б) первый уменьшается, второй увеличивается. 971. а) Не изменился; б) увеличился от 0 до некоторого значения; в) уменьшились. 972. 1,6 мкФ. 973. 1) 503; 2) 375; 3) 2120; 4) 1840; 5) 236 Гц.

\[ v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>×</td>
<td>F √</td>
<td>F π</td>
<td>×</td>
<td>2</td>
<td>×</td>
<td>F 1/x</td>
<td>C/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; L; B; С; B/О; C/П — ответ v.
974. Частота вращения вала у гидротурбины значительно меньше, чем у паровой турбины. 975. Недопустимо, так как катаушка может перегореть. 976. \( \frac{1}{3} \); 2520; в первичной. 977. 550; 30. 978. 20 В. 979. \( I_2 \) — увеличивается; \( U_2 \) — уменьшается; \( I_1 \) — увеличивается; \( U_1 \) — практически не изменяется. 980. \( e = 311 \cos 100t \); 220 В. 981. Можно, система отсечки должна двигаться со скоростью электронного луча. 982. Направление линий индукции изменяется на противоположное. 983. Нельзя. Если система отсечки будет двигаться со скоростью упорядоченного движения электронов, то положительные ионы решетки движутся со скоростью системы отсечки в противоположном направлении. Направление линий индукции останется прежним, так как результирующая скорость электронов и ионов решетки останется неизменной. 984. При грозовом разряде возбуждаются в основном средние и длинные волны. 985. 1 мкс. 986. 4 м. 987. 11,5—12,5 МГц. 988. Увеличивается. 989. 0,29 мкФ. 990. 206—619 м. 991. 1000 м. 992. 500. 993. Через 2 ч 13 мин 20 с. 994. 0,24 с. 995. 30 км. 996. 0,25 мВт/м². 997. 12 мВт/м². 998. 2 \cdot 10^{-11} \text{Дж/м}^3. 999. 66 мВт/м². 1000. 4 В/м. 1001. 5000. 1002. 4000; 37,5 км. 1003. 300 км.

1004.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( W_1 \cdot 10^{-2}, \text{Дж} )</th>
<th>( P, \text{Вт} )</th>
<th>( y, \text{м} )</th>
<th>( h )</th>
<th>( I, \text{Вт/м}^2 )</th>
<th>( \omega \cdot 10^{-9}, \text{Дж/м}^3 )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>2,1</td>
<td>21</td>
<td>90</td>
<td>3000</td>
<td>0,5</td>
<td>1,67</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>0,972</td>
<td>9,62</td>
<td>81</td>
<td>2190</td>
<td>0,205</td>
<td>0,682</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>5,33</td>
<td>46,4</td>
<td>123</td>
<td>2790</td>
<td>0,591</td>
<td>1,97</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>5,61</td>
<td>58,9</td>
<td>276</td>
<td>4450</td>
<td>0,165</td>
<td>0,549</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>3,51</td>
<td>42,1</td>
<td>39</td>
<td>1440</td>
<td>0,646</td>
<td>2,15</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( W_1 = P_1t \); 2) \( P = W_1n \); 3) \( y = ct \); 4) \( h = \frac{y}{x} \); 5) \( I = \frac{\rho}{s} \); 6) \( w = \frac{I}{e} \).

F АВТ; \( P_1 \rightarrow x \rightarrow \Pi \); \( \tau \rightarrow x \rightarrow \Pi \); \( n \rightarrow x \rightarrow \Pi \); \( c \rightarrow \Pi \rightarrow \Pi \); \( \lambda \rightarrow x \rightarrow \Pi \); \( S \rightarrow x \rightarrow \Pi \); \( B / O \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } W_1 \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } P \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } y \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } k \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } I \); \( C / \Pi \rightarrow \text{ответ } w \).

1005. 8 мин 20 с. 1006. 4,07 \cdot 10^{14} \text{м}^2. 1007. \( c = 44Nv \); \( c = 315 \ 000 \text{км/с.} \)

1008. 300 400 \text{км/с.} 1009. 35\text{°}. 1012. Нормаль к поверхности зеркала должна составлять с вертикалью угол: a) \( 45° - \frac{\alpha}{2} = 35° \); b) \( 45° + \frac{\alpha}{2} = 55° \). 1013. Приближаться к берегу. 1014. На 37 см. 1015. Не будет.

1016.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( h, \text{м} )</th>
<th>( s, \text{м} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>996</td>
<td>1990</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1280</td>
<td>3450</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>702</td>
<td>2390</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>453</td>
<td>387</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>1000</td>
<td>1350</td>
</tr>
</tbody>
</table>
\[ h = \frac{H \sin(\beta - \alpha)}{\sin(\beta - \alpha)}; \quad s = h - H. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>+</td>
<td>F \sin</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>x</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>-</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>F \tg</td>
<td>+</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( \beta \rightarrow \alpha \rightarrow П1; \quad \alpha \rightarrow П2; \quad H \rightarrow П3; B/O; С/П \rightarrow h; \quad C/П \rightarrow s. \)

1017. 1,24 \cdot 10^8 м/с. 1018. В спирте в 1,2 раза больше. 1021. 1,47. 1022. 19°, 28°. 1023. 48,3°. 1024. 50,6°. 1025. При \( n = 1 \) или \( \alpha = 0. \) 1026. 25,5°, 1827. 47,4°; а), б) не зависит. 1028. 74°. 1029. 58°. 1030. 36,7°; 41,8°; 42,1°; 77,8°; 83,6°.

\[ \alpha = \arctg \frac{\sin \gamma}{\cos \phi - \frac{1}{n}}. \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>F \sin</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>F \cos</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>F \sin</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>F \sin +</td>
<td>C/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( \varphi \rightarrow П1; n \rightarrow П2; B/O; C/П \rightarrow \alpha. \)

1032. Будет смешаться вправо параллельно первоначальному положению.

1033. 15 см. 1034. 3,4 м. 1036. 1,2 см. 1037. \( a = \frac{d \sin(\alpha - \gamma)}{\cos \gamma}; \quad a = \frac{d \sin(\alpha - \gamma)}{\cos \gamma}, \) так как \( \alpha < 90°, \) то \( a < d. 1038. \) Перемещается параллельно своему первоначальному направлению, удаляясь от фонаря. 1039. а) Зеркало; б) призма.

1041. Увеличивается. 1042. 1,8. 1043. 39°. 1044. 56°. 1045. а) На 13° вниз; б) на 20° вверх. 1046. 390 ТТц; 750 ТТц; 1047. 2 \cdot 10^6. 1048. 0,53 мм; красный, так как воспринимаемый глазом цвет зависит не от длины волны, а от частоты.

1049. 0,8 мм. 1050. 1°. 1051. Черными. 1052. Нет. 1053. Берх — фиолетовый, низ — красный. 1054. Источниками будут точка S и ее мнимое изображение.

1055. а) Усиление; б) ослабление. 1056. \( \delta = S_1O - S_2O = 0. \) 1057. a), 6), 6), 6).

1058. Полное гашение. 1059. 2,4 мм. 1060. а), б) Расстояние между максимумами освещенности увеличивается; в) — уменьшается. 1062. Так как пленка утолщается книзу за счет собственного веса. 1063. Для всех длин волн соблюдается условие максимума освещенности. 1064. Вторая.

1065. Расстояние между максимумами увеличивается. 1066. 550 км. 1067. 1,5°. 1068. 31°; 42°; 4,3°; 4,1°; 4,1°.

\[ \varphi_2 = \arcsin \frac{h_1 \sin \varphi_1}{h_2}, \]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П \rightarrow x1</td>
<td>П \rightarrow x2</td>
<td>x</td>
<td>F 1/x</td>
<td>П \rightarrow x3</td>
<td>F \sin</td>
<td>П \rightarrow x4</td>
<td>П \rightarrow x5</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>x</td>
<td>F \sin^{-1}</td>
<td>C/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; \( \lambda_1, \) нм — \( \rightarrow П1; \) \( \lambda_2, \) нм — \( \rightarrow П3; \) \( \varphi_1 \rightarrow П2; \) \( \varphi_2 \rightarrow П4; \) \( \lambda_2, \) нм — \( \rightarrow П5; B/O; C/П \rightarrow \varphi_2. \)

1069. 10 мкм. 1070. 11 см. 1072. Отраженный частично поляризованный свет не проходит через поляризатор и не будет «слепить» глаза. 1073. 500 ТТц; 600 нм.

1074. 600 ТТц. 1075. Однаковые. 1076. с. 1077. \( t = \frac{1}{2\tau} = 27,8 \) мс. 1078. 0,976 с.

1079. 0,198 с; 0,800 с; 0,988 с; 0,357 с; 0,900 с; 0,0621 с. \( v = \frac{n + n_0}{1 + n}, \)

201
Ф АВТ; \( n - x \rightarrow P_{1}; m - x \rightarrow P_{2}; V/O; C/P \) — ответ \( v \).

1080. Световой на 4 с раньше. 1081. 1,67 а.е.м. 1082. В 7,09 раза. 1083. На 5,18 а.е.м. 1084. 0,966 с. 1085. 0,866 с; не увеличивается, так как продукты покояются в системе отсчета, связанной с кораблем, и их масса в этой системе отсчета не изменилась. 1086. 1,065 \cdot 10^{11} \text{ Кл./кг.} 1087. На 4,3 Мт. 1088. Увеличился на \( 10^{-11} \text{ кг.} 1089. \) На 5 \cdot 10^{-17} \text{ кг.} 1090. На 3,2 мг. 1091. Суммарная масса покоя будет ничтожно меньше 2 кг, так как уменьшается потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. 1092. Увеличилась на \( 8,4 \cdot 10^{-12} \text{ кг.} 1093. \) Увеличилась на \( 3,7 \cdot 10^{-12} \text{ кг.} 1094. \) Масса покоя продуктов сгорания на \( 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ кг меньше.} 1095. \) 0,128 Мв. 1096. В 11 700 раз; 6,44 а.е.м. 1097. 1) 10,4; 3330; 10,9; 26,3; 7,36; 8,37. 2) 0,995 с; \( \approx c; \) 0,996 с; 0,999 с; 0,991 с; 0,993 с.

\[
\frac{m}{m_{0}} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^{2}}.
\]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>П → x1</td>
<td>П → x2</td>
<td>+</td>
<td>1</td>
<td>+</td>
<td>C/P</td>
<td>F 1/x</td>
<td>F x²</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>/</td>
<td>F√</td>
<td>C/P</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Ф АВТ; \( E \rightarrow P_{1}; m_{0}c^{2}, \text{Мв} \rightarrow x \rightarrow P_{2}; V/O; C/P \) — ответ \( m/m_{0}; C/P \) — ответ \( v \).

1098. 0,511 Мв. 1099. 6,69 \cdot 10^{-19} \text{ кг / м.с.} 1100. а) Увеличивается; б) уменьшается; в) увеличивается; г) уменьшается; д) не изменяется; е) увеличивается. 1101. Освобождается, подается к ней положительно заряженную плоскую. 1102. 4,2 зв. 1103. 4,26 зв. 1104. 4,4 зв. 1105. 564 нм. 1106. Не возникает, так как красная граница фотоэффекта для цинка 295 нм. 1107. 3,14 зв. 1108. 1,9 зв. 1109. 94,3 нм.

1110.

<table>
<thead>
<tr>
<th>№</th>
<th>( \nu, \text{Гц} )</th>
<th>( E ) Дж</th>
<th>( E ) зв</th>
<th>( \text{a.e.m.} ) кг</th>
<th>( m ) кг</th>
<th>( p ) кг / м / с</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>( 3,00 \cdot 10^{18} )</td>
<td>( 1,99 \cdot 10^{20} )</td>
<td>0,124</td>
<td>( 1,33 \cdot 10^{-10} )</td>
<td>2,22 \cdot 10^{-37}</td>
<td>6,64 \cdot 10^{-39}</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>( 5,45 \cdot 10^{14} )</td>
<td>( 3,62 \cdot 10^{19} )</td>
<td>2,26</td>
<td>( 2,43 \cdot 10^{-9} )</td>
<td>4,03 \cdot 10^{-36}</td>
<td>1,21 \cdot 10^{-27}</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>( 2,73 \cdot 10^{15} )</td>
<td>( 1,81 \cdot 10^{18} )</td>
<td>11,3</td>
<td>( 1,21 \cdot 10^{-8} )</td>
<td>2,01 \cdot 10^{-35}</td>
<td>6,04 \cdot 10^{-27}</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>( 9,68 \cdot 10^{17} )</td>
<td>( 6,42 \cdot 10^{16} )</td>
<td>4010</td>
<td>( 4,30 \cdot 10^{-6} )</td>
<td>7,15 \cdot 10^{-33}</td>
<td>2,14 \cdot 10^{-24}</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>( 2,60 \cdot 10^{21} )</td>
<td>( 1,66 \cdot 10^{-12} )</td>
<td>1,04 \cdot 10^{7}</td>
<td>( 1,11 \cdot 10^{-2} )</td>
<td>1,85 \cdot 10^{-29}</td>
<td>5,54 \cdot 10^{-21}</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) \( v = \frac{E}{c}; \) 2) \( E = h\nu(h, \text{Дж} \cdot \text{с}); \) 3) \( m = \frac{E_{\text{Дж}}}{1,66 \cdot 10^{-19}, \text{Дж} / \text{эВ}} \times \text{а.е.м.}; \) 4) \( p = mc. \)
<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>3</td>
<td>ВП</td>
<td>8</td>
<td>П → х1</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>6</td>
<td>.</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>ВП</td>
<td>4</td>
<td>/-/-</td>
<td>x</td>
<td>С/П</td>
<td>1</td>
<td>.</td>
<td>6</td>
<td>ВП</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>9</td>
<td>/-/-</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>9</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>.</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>ВП</td>
<td>6</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td>1</td>
<td>.</td>
<td>6</td>
<td>6</td>
<td>ВП</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>/-/-</td>
<td>x</td>
<td>С/П</td>
<td>3</td>
<td>ВП</td>
<td>8</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Ф АВТ; λ → х → П1; В/О; С/П — ответ в, Гц; С/П — ответ E, Дж; С/П — ответ v, м/с; С/П → ответ m, а.е.м.; С/П → ответ m, кг; С/П → ответ p, кг·м/c.

1111. 1,5 эВ. 1112. 530 км/с. 1113. 330 нм. 1114. 7,9 В. 1115. \( h = \frac{e(U_0 - U_1)}{v_2 - v_1} \);
\( h = 4,17 \cdot 10^{-15} \text{ эВ·с} = 6,7 \cdot 10^{-34} \text{ Дж·с.} \)
1116. \( U_0 = -\frac{4\pi}{\varepsilon} + \frac{h}{c} \cdot v. \) Материал, для которого зависимость \( U_0(v) \) выражена графиком. Показывает отношение работы выхода данного материала к элементарному заряду. 1117. 2,62 × 10^{-19} Дж = 1,63 эВ; 5,23 × 10^{-19} Дж = 3,26 эВ. 1118. а) Гентгеловские; б) видимые. 1119. 310 нм. 1120. 1,23 × 10^{20} Гц; 2,43 нм. 1121. 6,63 × 10^{-27} кг·м/c. 1122. 1,6 × 10^{-27} кг·м/c. 1123. 1480 км/с.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Металл</th>
<th>Литий</th>
<th>Платина</th>
<th>Цезий</th>
<th>Цинк</th>
<th>Вольфрам</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>E \cdot 10^{-13}, Дж</td>
<td>16</td>
<td>28</td>
<td>0,53</td>
<td>0,95</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>v, км/с</td>
<td>1900</td>
<td>2500</td>
<td>340</td>
<td>460</td>
<td>—</td>
</tr>
<tr>
<td>( \lambda_{max}, \text{ нм} )</td>
<td>520</td>
<td>230</td>
<td>690</td>
<td>300</td>
<td>280</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\( E = \frac{h\nu}{\lambda} - A; \quad v = \sqrt{\frac{2h\nu}{m_e} }; \quad \lambda_{max} = \frac{hc}{\lambda}. \)

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>6</td>
<td>.</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>ВП</td>
<td>3</td>
<td>4</td>
<td>/-/-</td>
<td>ВГ</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>ВП</td>
<td>8</td>
<td>х → П1</td>
<td>( h\nu )</td>
<td>П → х1</td>
<td>+</td>
<td>П → х2</td>
<td>—</td>
<td>С/П</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>9</td>
<td>.</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>ВП</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>/-/-</td>
<td>+</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>F \sqrt{c/П</td>
<td>П → хa</td>
<td>П → х2</td>
<td>+</td>
<td>С/П</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Ф АВТ; λ, m → х → П1; A, Дж → х → П2; B/О; С/П — ответ E, Дж; С/П — ответ v, м/c; С/П — ответ \( \lambda_{max}, \text{ м.} \)

1125. 0,99 мкм. 1126. 53; 5 \cdot 10^{13}. 1127. Не изменяется. 1128. 41 кВ. 1129. 62 нм. 1130. 0,1%. 1131. 1,21 нм. 1132. 22,43 нм. 1133. 10 нм. 1134. 28,8°. 1135. 0,1 МэВ. 1136. а) 6,63 \cdot 10^{-23} кг·м/c; б) 1,14 \cdot 10^{-22} кг·м/c. 1137. 4,44 \cdot 10^{-23} кг·м/c. 1138. На белую в 2 раза больше. 1139. 58 сут.; 125 000 км. 1140. Энергия излученных фотонов меньше. 1141. 486 нм. 1142. 253 нм. 1143. 85,5 нм. 1144. Однократную и двукратную, так как энергия фотона 49,5 эВ. 1145. Увеличится в 9 раз; уменьшится в 4 раза. 1146. В 5,4 раза. 1147. 486 нм; 434 нм; 410 нм. 1148. 1,097 \cdot 10^{7} \text{м}^{-1}. 1149. 121,5 нм. 1150. Меньше или равно 91,2 нм. 1151. 2,14 Мм/с.
1152. Фотоны коротких длии воли возбуждают углекислоты люминесценцию, которые, возвращаясь в невозбужденное состояние, проходят промежуточные уровни энергии. 1153. Возбужденные углекислоты раствора проходят промежуточные энергетические состояния, излучая видимый свет. 1154. 5 МДж; 1 кВт. 1155. 1,3 · 10^{-17}. 1156. 884 МВт/м²; плотность потока излучения лазера в 6,5 · 10^{5} раз больше. 1157. Сила вверх. 1158. 6 · 10^{7} м/с. 1159. Счетчик реагирует на космические лучи. 1160. От наблюдателя за плоскостью чертежа. 1161. Чтобы избежать опасного излучения (свинец поглощает заряженные час- тицы). 1162. Кобальтовая пушка работает без источника тока, меньше гомоэлектрона, прощающая способность γ-лучей выше, чем рентгеновских. 1163. В верхних слоях атмосферы. 1164. 4,7 МэВ; 4,4 кэВ; 3,4 · 10^{15} м/с². 1165. В результате α-распада. 1166. В результате β-распада. 1167. \text{^{238}U \rightarrow ^{234}Th + ^{4}He}; \text{^{209}Pb \rightarrow ^{209}Bi + ^{0}e}. 1168. \text{^{226}Ra \rightarrow ^{222}Rn + ^{4}He}; импульсы по модулю одинаковы, энергия \text{^4He} в 55,5 раз больше энергии \text{^{222}Rn}. 1169. 0,29. 1170. 4 сут. 1171. 1) 50; 2) 11,1; 3) 54,5; 4) 7,43; 5) 0,0173; 6) 80,8%.  
\[
\frac{N}{N_0} = 2 \cdot 100\%.
\]

<table>
<thead>
<tr>
<th>0</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>0</td>
<td>+</td>
<td>-/-</td>
<td>2</td>
<td>F x^\gamma</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>x</td>
<td>C/\Pi</td>
</tr>
</tbody>
</table>

F АВТ; t; B^\hat{\n}; T; B/O; C/\Pi — ответ \frac{N}{N_0} · 100\%.

1174. Z и M не изменяются, масса уменьшается на массу γ-кванта. 1175. Z и M не изменяются на 1; Z не изменяется; M уменьшается на 1. 1177. 105 МэВ.

1178. \text{^{27}_{18}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{1}H}. 1179. \text{^{11}_{5}B + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{1}n}. 1180. \text{^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{2}_{2}He + ^{3}_{3}Li}. 1181. \text{^{253}_{98}Es + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{256}_{109}Md + ^{1}_{0}n}. 1182. \text{^{232}_{94}Pu + ^{23}_{12}Ne \rightarrow ^{259}_{109}Ku + ^{1}_{0}n}. 1183. \text{^{24}_{11}Na; ^{25}_{12}Mg; ^{1}_{1}H; ^{1}_{1}H}. 1184. \text{^{63}_{26}Zn; ^{62}_{29}Zn; ^{62}_{29}Cu}. 1185. \text{^{56}_{26}Fe + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{54}_{25}Mn + ^{4}_{1}He; ^{54}_{25}Fe + ^{0}_{1}n \rightarrow ^{52}_{24}Mn + ^{1}_{1}H}. 1186. \text{^{14}_{7}N + ^{0}_{1}n \rightarrow ^{16}_{6}C + ^{1}_{1}H; ^{14}_{6}C \rightarrow ^{0}_{0}e + ^{14}_{7}N}. 1187. \text{^{58}_{26}Fe + ^{0}_{1}n \rightarrow ^{56}_{24}Mn + ^{1}_{1}H; ^{56}_{24}Mn \rightarrow ^{56}_{26}Fe + ^{0}_{0}e}. 1188. Поглощается; выделяется; поглощается. 1189. 15 МэВ.

1190. 17 МэВ. 1191. 2,4 МэВ. 1192. 3,4 МэВ. 1193. 8,7 МэВ. 1194. Барий — 64 МэВ, криптон — 104 МэВ. 1195. В углероде. 1196. 9 МэВ; 2,8 т. 1197. 62 МэВ. 1198. 17,6 МэВ. 1200. B \text{^2} = 10^{24} раз. 1201. 14 см. 1202. Безопасно, так как поглощенная доза за год равна 8,4 мГр. 1203. Позитрон. 1204. Позитрон. 1205. Нейтрон; \text{^{13}_{7}N \rightarrow ^{13}_{6}C + ^{0}_{0}e}. 1206. \text{^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{137}_{56}Ba + ^{0}_{0}e + \gamma; 1,6 \cdot 10^{20} Гц; 0,95 с. 1207. 3 \cdot 10^{19} Гц. 1208. 2,2 МэВ. 1209. 0,42 МэВ. 1210. 2,4 мкм. 1211. 1,63 \cdot 10^{22} Гц.
ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ........................................... 3

МЕХАНИКА

Глава I. Основы кинематики ......................... 5
Глава II. Основы динамики .......................... 23
Глава III. Законы сохранения ....................... 49
Глава IV. Механические колебания и волны .......... 62

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
И ТЕРМОДИНАМИКА

Глава V. Основы молекулярно-кинетической теории ... 67
Глава VI. Основы термодинамики ................... 84

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Глава VII. Электрическое поле ....................... 93
Глава VIII. Законы постоянного тока ................. 105
Глава IX. Магнитное поле .......................... 115
Глава X. Электрический ток в различных средах ... 119
Глава XI. Электромагнитная индукция ............. 126
Глава XII. Электромагнитные колебания ........... 131
Глава XIII. Электромагнитные волны ............... 138
Глава XIV. Световые волны ........................ 141
Глава XV. Элементы теории относительности ....... 150

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Глава XVI. Световые кванты. Действия света .......... 153
Глава XVII. Атом и атомное ядро ................... 158

Приложения ............................................. 167
Ответы .................................................. 172