

В. ДЕМКОВИЧ, Л. ДЕМКОВИЧ

СБОРНИК  
ЗАДАЧ  
ПО ФИЗИКЕ  
10-11  
классы

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

---

Данный сборник содержит более 1500 задач, составленных в соответствии с действующей программой для 10—11 классов общеобразовательных учебных учреждений.

При подготовке к уроку учитель может из предложенных задач отобрать те из них, которые соответствуют избранной методике преподавания.

В сборнике представлены различные типы задач: вычислительные, качественные, экспериментальные, комбинированные и задачи с практическим, в частности, техническим содержанием.

Используя данное пособие, учитель сможет разнообразить работу с учащимися, повысить внимание и интерес к решению задач, а также расширить познавательные возможности школьников.

Сборник задач может быть использован на уроках для закрепления изученного материала, при подготовке и проведении контрольных и проверочных работ и при самостоятельной работе дома. Задачи, включенные в настоящее пособие, будут полезны при повторении ранее пройденного материала и помогут выявить различную взаимосвязь между отдельными темами и разделами школьного курса физики.

В данном издании разделы «Оптика» и «Физика атомного ядра» дополнены новыми задачами. Все

задачи пособия приведены к Международной системе единиц (СИ) и в конце пособия к ним даются ответы.

В сборнике содержатся таблицы важнейших физических постоянных, а также Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Данные, приводимые в этих таблицах, потребуются учащимся при решении задач.

Для различных типов задач в пособии принята символика:

- ? — качественные задачи;
- вычислительные задачи;
- — экспериментальные задачи;
- \* — задачи повышенной сложности.

Настоящий сборник задач соответствует требованиям обязательного минимума содержания среднего (полного) общего образования по физике.

# МЕХАНИКА

---

## 1. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ

### 1.1. Общие сведения о движении



1. Движущийся по дороге велосипедист крутит педали. Каково при этом движение педалей: поступательное или вращательное?

2. Поезд прибыл из Санкт-Петербурга в Москву. Однаковые ли расстояния прошли при этом локомотив и последний вагон? Допустимо ли в данной задаче рассматривать поезд как материальную точку?



3. За сколько времени поезд пройдет туннель длиной 200 м, если длина поезда 100 м, а скорость 36 км/ч? Допустимо ли в этой задаче рассматривать поезд как материальную точку?

4. Достаточно ли сказать, на сколько метров переместили стул, чтобы знать его новое положение? Определить графически перемещение стула, если известно, что сначала его передвинули на 3 м параллельно одной стене, а затем — на 4 м параллельно другой (смежной) стене.

5<sup>1</sup>. Шар-пилот равномерно поднимается относительно земли на высоту 200 м и одновременно относится ветром в западном направлении на расстояние 150 м. Найти графически путь, пройденный шаром, и его перемещение в системе отсчета «Земля».

---

<sup>1</sup> Если в условии задачи нет специальных указаний, то выбор системы отсчета предоставляетяется сделать самим учащимся. В этих случаях ответы в задачнике приводятся в предположении, что: а) движения рассматриваются в системе отсчета «Земля», б) в начальный момент скорость направлена по оси  $X$  в ее положительную сторону, в) сила трения и сила сопротивления воздуха не учитываются.

6. Определить графически координаты движущегося тела в начальной, средней и конечной точках траектории, а также путь, пройденный телом, и его перемещение в следующих случаях:

а) спортсмен переплыл бассейн по прямой водной дорожке длиной 25 м дважды (туда и обратно);

б) мяч поднялся вертикально вверх на высоту 6 м, а затем снова упал до начального уровня;

в) велосипедист проехал по прямой дороге 7 км к западу, а затем, повернув обратно, проехал еще 3 км к востоку;

г) мальчик, идя из дома в школу по прямым улицам, прошел сначала два квартала к востоку, а затем два квартала к северу (длина каждого квартала приблизительно 150 м).

## 1.2. Прямолинейное равномерное движение



7. Определить вид каждого из двух движений, если для первого  $|v| = \text{const}$ , а для второго  $v = \text{const}$ .

8. Данна координатная ось времени (рис. 1). Покажите на ней первую секунду, начало и конец третьей секунды, две секунды, пять секунд. Что из сказанного является моментом времени, а что — промежутком времени?

9. По графикам изменения координат двух тел (рис. 2) сравнить их скорости.

10. На рисунке 3 представлены графики изменения координат тела для трех движений. Чем отличаются движения 1 и 2? 2 и 3? 1 и 3?

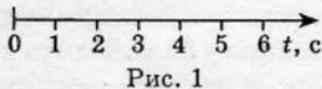


Рис. 1

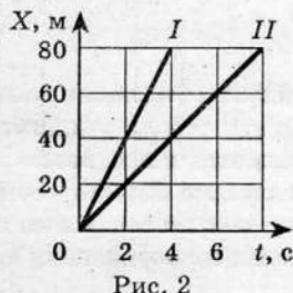


Рис. 2

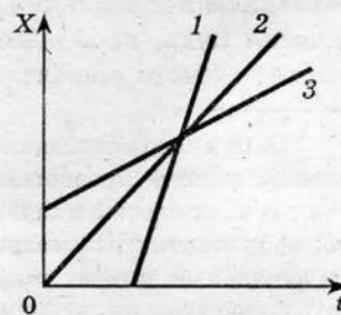


Рис. 3

**11.** Велосипедист, движущийся по прямой дороге со скоростью 12 км/ч, проехал мимо наблюдателя по направлению с запада на восток. Где был велосипедист 2 ч назад? Где он будет через 1,5 ч?

**12.** Материальная точка движется равномерно и прямолинейно из точки  $A$  в точку  $B$  (рис. 4). Определить координаты материальной точки в начале и в конце движения. Чему равны пройденный путь и перемещение? С какой скоростью двигалась точка, если время движения по траектории  $AB$  равно 5 с? Написать уравнение движения. Масштаб на рисунке: 1 деление — 10 см.

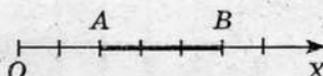


Рис. 4

**13.** На рисунке 5 показана траектория движения материальной точки из точки  $A$  в точку  $B$ . Масштаб на осях координат: 1 деление — 3 м. Определить координаты точки в начале и конце движения. Чему равны проекции перемещения на оси  $OX$  и  $OY$  и длина самого перемещения? Сколько времени продолжалось движение, если точка двигалась с постоянной скоростью 50 см/с? Каковы проекции скорости на оси  $OX$  и  $OY$ ?

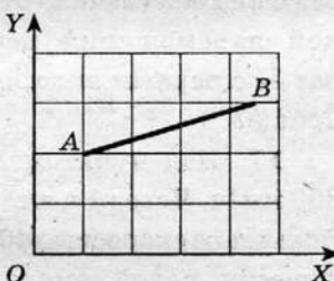


Рис. 5

**14.** При фотографировании пули в полете затвор фотоаппарата был поставлен на выдержку  $1/25$  с. Какой путь пролетела пуля за это время, если скорость движения 1000 м/с?

**15. 1.** По графику скорости движения материальной точки (рис. 6) определить модуль перемещения за 8 с и начертить график зависимости  $|s| = f(t)$ .

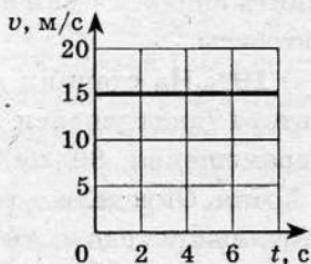


Рис. 6

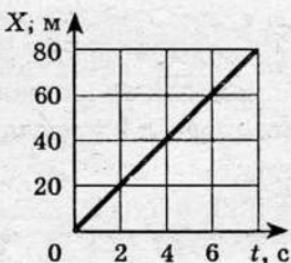


Рис. 7

3 м/с, а другой со скоростью 5 м/с. Через какое время они встретятся? Каково перемещение каждого велосипедиста? Задачу решить дважды, связав систему ответа один раз с Землей (начало отсчета совместить с начальной точкой перемещения первого велосипедиста), а другой раз — с первым велосипедистом. Какое из двух решений проще?

17. Над пунктом *A* пролетел самолет со скоростью 300 км/ч. Через 1 ч в том же направлении пролетел второй самолет со скоростью 400 км/ч. Найти аналитически и графически, какой самолет раньше прилетит в пункт *B*, если расстояние  $|AB| = 1200$  км.

18. Из пунктов *A* и *B*, расстояние между которыми 120 км, навстречу друг другу выехали два автобуса: первый — в 9 ч, второй — в 9 ч 30 мин утра. Первый двигался со скоростью 40 км/ч, второй — со скоростью 60 км/ч. Найти аналитически и графически, где и когда встретятся автобусы.

19\*. На станции метрополитена угол наклона эскалатора (движущейся лестницы) равен  $30^\circ$ , скорость его перемещения 80 см/с, а время подъема пассажиров 2,5 мин. Определить вертикальную и горизонтальную составляющие скорости эскалатора. Какова длина эскалатора и глубина заложения туннеля в месте, где находится станция?

2. По графику изменения координаты материальной точки (рис. 7) определить скорость движения и начертить график скорости. Какова скорость в см/с? в км/ч?

16. Два велосипедиста, находясь на расстоянии 160 м, одновременно выехали навстречу друг другу: один со скоростью

### **1.3. Относительность движения**



**20.** Почему в летящем самолете, глядя в иллюминатор на безоблачное небо, мы не испытываем ощущения полета?

**21.** Когда самолет летит над облаками, то пассажиру иногда кажется, что самолет падает вниз на облака, чего на самом деле нет. Почему так получается?

**22.** Бревно плывет по течению реки. Движется ли оно относительно воды? относительно берега?

**23.** Из окна движущегося вагона выпал предмет. Какова траектория предмета для пассажира, стоящего у окна, и для человека, стоящего у полотна дороги?

**24.** Рассадочная машина создает для растения на время посадки покой относительно земли, не прекращая своего собственного движения. Как это достигается?



**25.** Приведите в движение заводной игрушечный автомобиль на полу по развернутому листу газеты. Тяните лист в сторону, противоположную движению игрушки, с такой скоростью, чтобы она была неподвижна относительно предметов в комнате. В какой системе отсчета перемещение и скорость игрушки не равны нулю?



**26.** Самолет летит равномерно, горизонтально со скоростью 180 м/с. Летчик стреляет из пулемета вперед, делая 600 выстрелов в минуту. На каком расстоянии друг от друга окажутся пули на поверхности земли?

**27.** По двум параллельным железнодорожным линиям равномерно движутся два поезда: грузовой длиной 630 м со скоростью 48 км/ч и пассажирский длиной 120 м со скоростью 102 км/ч. Какова относительная скорость движения поездов, если они движутся в одном направлении? в противоположных направлениях? В течение какого времени один поезд проходит мимо другого?

**28.** Скорость лодки в реке относительно воды 2 м/с, а скорость течения относительно берега 1,5 м/с. Какова скорость лодки относительно берега, когда лодка плывет по течению? против течения?

**29.** Скорость движения теплохода относительно берега вниз по реке 20 км/ч, а вверх 18 км/ч. Определить скорость течения относительно берега и скорость теплохода относительно воды.

**30.** Летчик стреляет с самолета из пушки. Скорость самолета относительно земли 900 км/ч. Скорость снаряда относительно самолета 750 м/с. Определить начальную скорость снаряда относительно земли, когда выстрел производится в направлении полета и когда — в противоположную сторону.

**31.** У сенокосилки нож движется в направлении, перпендикулярном направлению движения косилки. Скорость косилки относительно луга 1,0 м/с, скорость ножа относительно косилки 1,5 м/с. Какова скорость ножа относительно луга?

**32.** Подъемный кран поднимает груз вертикально вверх со скоростью 20 м/мин относительно тележки крана. Одновременно тележка движется горизонтально со скоростью 10 м/мин относительно земли. Определить модуль скорости груза относительно земли.

**33.** Самолет движется относительно воздуха со скоростью 50 м/с. Скорость ветра относительно земли 15 м/с. Какова скорость самолета относительно земли, если он движется по ветру? против ветра? перпендикулярно направлению ветра?

**34\*.** Скорость течения реки 0,5 м/с. По реке плывет квадратный плот, сторона которого равна 10 м. Человек проходит вдоль плота и обратно за 20 с. а) Найти модуль перемещения и путь человека в системе отсчета «Плот» и в системе отсчета «Берег». б) Решить эту же задачу для случая, когда человек идет поперек плота туда и обратно.

**35\*.** Скорость течения реки 3 м/с, а гребец может сообщить лодке скорость относительно воды 5 м/с. Ширина реки 40 м. Определить, за какое время: а) лодка спустится на 40 м вниз по течению и на столько же поднимется вверх; б) пересечет реку и вернется в начальную точку.

**36\*.** Сколько времени  $t$  будет плыть теплоход вниз по реке и обратно, если длина реки  $l$ , собственная скорость

теплохода  $v$  и скорость течения  $u$ ? Зависит ли время путешествия от скорости течения?

37\*. При подъеме груза мостовым краном он имеет три взаимно перпендикулярные скорости относительно земли:  $|v_1| = 0,3 \text{ м/с}$ ;  $|v_2| = 0,4 \text{ м/с}$ ,  $|v_3| = 0,5 \text{ м/с}$ . С какой результирующей скоростью  $v$  перемещался груз в пространстве?

#### 1.4. Прямолинейное неравномерное движение. Средняя и мгновенная скорости



38. Расстояние от Земли до Луны примерно 380 000 км. Космический корабль преодолел первую половину этого расстояния за 25 ч, а вторую — за 50 ч. Определить среднюю скорость движения корабля на первой половине расстояния, на второй половине и на всей траектории, считая движение прямолинейным.

39. Расстояние между двумя городами автомобиль проехал со скоростью 60 км/ч. Обратно он возвращался со скоростью 30 км/ч. Построить график скорости автомобиля и определить по нему среднюю скорость движения для всего путешествия (туда и обратно). Решить также задачу аналитически.

40. По графику, приведенному на рисунке 8, определить среднюю скорость переменного движения тела в течение первой секунды, шестой секунды и за все время движения.

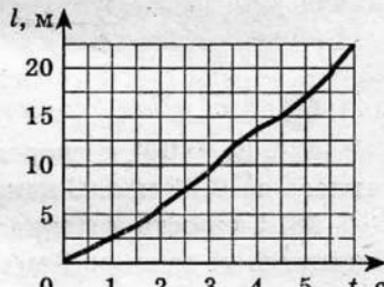


Рис. 8

41. За первые два часа велосипедист проехал 30 км, за следующие два часа 25 км и за последний час 18 км. Определить среднюю скорость на всем пути.

42. Поезд движется на подъеме со скоростью 10 м/с и затем на спуске со скоростью 25 м/с. Какова средняя скорость поезда на всем пути, если длина спуска в 2 раза больше длины подъема?

43. На горизонтальном участке пути автомобиль двигался со скоростью 72 км/ч в течение 10 мин, затем преодолевал подъем со скоростью 36 км/ч в течение 20 мин. Какова средняя скорость на всем пути?

44. Весь путь автомобиль проехал со средней скоростью 80 км/ч. Средняя скорость на первой четверти пути равнялась 120 км/ч. Какова была средняя скорость на оставшейся части пути?

45. Человек шел со скоростью 2 м/с; спидометр на автомобиле показывает 120 км/ч; искусственный спутник достиг скорости 8 км/с. О какой скорости идет речь в каждом случае: о средней или мгновенной?

### 1.5. Ускорение.

#### Скорость при равноускоренном движении



46. На рисунке 9 показан вектор ускорения  $\vec{a}$ . Каков характер движения, если точка движется вдоль оси  $OX$  влево? вправо?

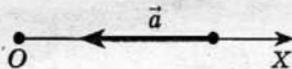


Рис. 9



47<sup>1</sup>. За 0,001 с скорость космической ракеты увеличилась на 0,05 м/с. С каким ускорением она двигалась?

48. Скорость материальной точки в течение 10 с увеличилась от нуля до 8 м/с. Определить ее ускорение. Начертить график ускорения.

49. За 5 с до финиша скорость велосипедиста равнялась 18,0 км/ч, а на финише 25,2 км/ч. Определить ускорение, с которым двигался велосипедист.

50. Самолет при посадке коснулся посадочной полосы аэродрома при скорости 70 м/с. Через 20 с он остановился. Определить ускорение самолета в этом движении. Начертить график ускорения.

<sup>1</sup> В задачах 47 — 61 ускорение считать постоянным.

**51.** При подходе к станции поезд уменьшил скорость от 90 до 45 км/ч в течение 25 с. Найти ускорение.

**52.** Шарик движется по желобу с ускорением  $10 \text{ см}/\text{с}^2$ . Определить проекции ускорения на вертикальную и горизонтальную оси, если угол наклона желоба к горизонту  $14^\circ$ .

**53.** На палубе судна шарик скатывается от кормы к носу. При этом его скорость за 5 с увеличивается от 0 до 1,5 м/с. Скорость судна относительно берега 0,5 м/с. Определить ускорения шарика в системе отсчета «Судно» и в системе отсчета «Берег».

**54.** Материальная точка движется из состояния покоя с постоянным ускорением  $2 \text{ см}/\text{с}^2$  в течение 4 с. Определить мгновенную скорость в конце каждой секунды движения. Какова зависимость мгновенной скорости от времени? Начертить график скорости  $v(t)$ .

**55.** Решить предыдущую задачу при условии, что начальная скорость равна 5 см/с. Какова зависимость мгновенной скорости от времени в этом случае? Начертить график скорости  $v(t)$ .

**56.** Скорость тела в конце десятой секунды равна 15 м/с. Какова была его скорость в конце пятой секунды, если движение было равноускоренным и началось из состояния покоя?

**57.** Материальная точка движется прямолинейно в течение 5 с с ускорением  $2 \text{ см}/\text{с}^2$ . Начальная скорость, направленная противоположно ускорению, была 4 см/с. Определить проекцию мгновенной скорости на ось  $OX$  в конце каждой секунды.

**58.** Через сколько секунд после отхода от станции поезда метрополитена его скорость достигнет значения 75 км/ч, если ускорение при разгоне равно  $1 \text{ м}/\text{с}^2$ ?

**59.** Автомобиль приближается к мосту со скоростью 60 км/ч. У моста висит дорожный знак «10 км/ч». За 7 с до въезда на мост водитель нажал на тормозную педаль, сообщив автомобилю ускорение  $-2 \text{ м}/\text{с}^2$ . С разрешенной ли скоростью автомобиль въехал на мост?

**60.** Автомобиль, двигавшийся со скоростью 72 км/ч, потребовалось срочно остановить. При резком торможении ускорение было равно  $-5 \text{ м/с}^2$ . Через сколько секунд после нажатия тормозной педали автомобиль остановился?

**61\*.** Сани спускаются с горы с ускорением  $40 \text{ см/с}^2$ . Начальная скорость саней была равна  $2 \text{ м/с}$ . Спуск с горы продолжался 8 с, после чего сани стали двигаться по горизонтальной дорожке и через 4 с остановились. Определить скорость движения саней в конце горы и ускорение на горизонтальном участке траектории.

### 1.6. Перемещение и скорость при равноускоренном движении



**62.** По графикам, приведенным на рисунках 10,  $a - \varepsilon$ , определите соответствующие движения (вид движения, начальная скорость, ускорение, время движения).

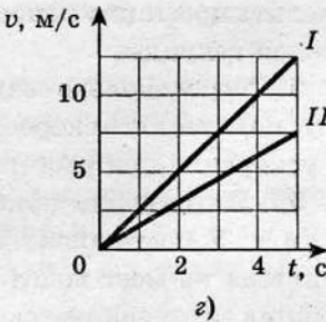
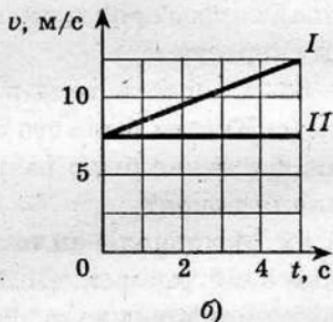
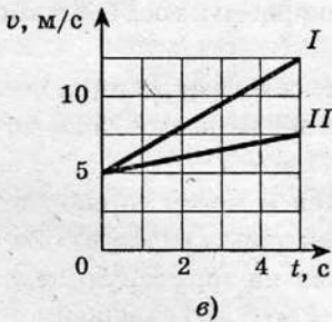
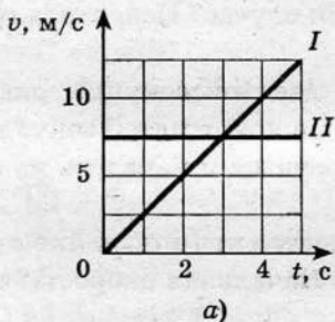


Рис. 10,  $a - \varepsilon$

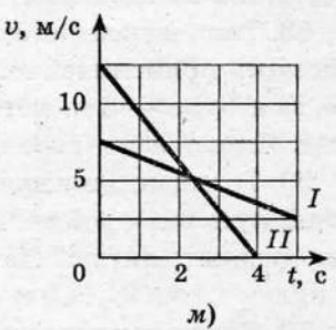
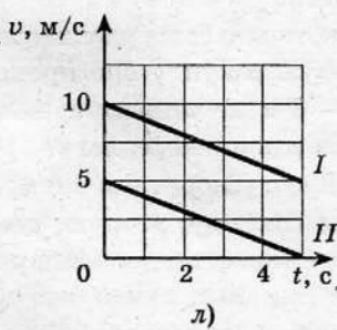
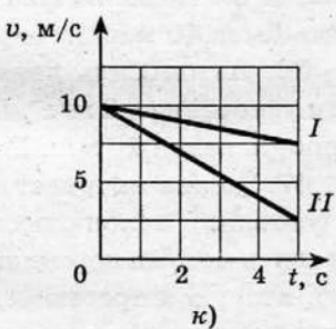
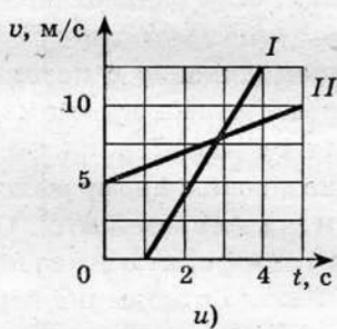
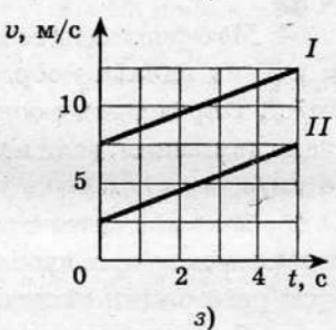
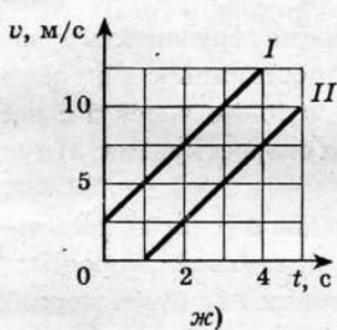
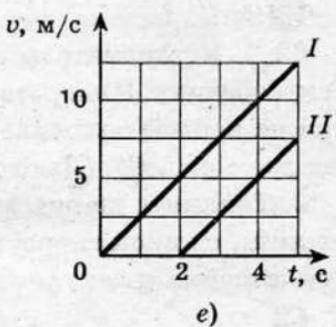
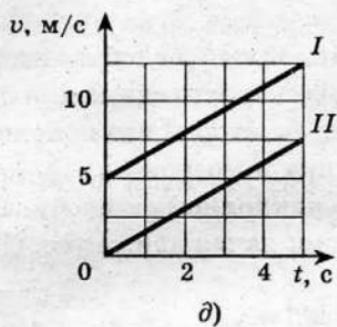


Рис. 10,  $\partial — m$



63. 1. Установите на столе наклонный желоб и отметьте его середину. Измерьте среднюю скорость движения шарика на первой половине желоба, на второй его половине и на всем желобе. (Даются линейка и метроном.)

2. Толкните шарик вверх по наклонному желобу. Определите, с какой скоростью шарик начал движение. (Даются линейка и секундомер.)



64. Материальная точка движется горизонтально вдоль оси  $Ox$  из начала координат с постоянным ускорением  $6 \text{ см}/\text{с}^2$ . Определить координату  $x$  точки через 5 с после начала движения, если начальная скорость равна: а) нулю; б)  $4 \text{ см}/\text{с}$ .

65. Тело движется прямолинейно с ускорением  $2 \text{ м}/\text{с}^2$ , направленным противоположно начальной скорости. На каком расстоянии от исходной точки оно будет через 5 с и через 6 с после начала движения, если начальная скорость была  $10 \text{ м}/\text{с}$ ?

66. Автомобиль движется прямолинейно с постоянным ускорением  $2 \text{ м}/\text{с}^2$ . В некоторый момент времени его скорость равна  $10 \text{ м}/\text{с}$ . Где он был 4 с назад?

67. Шарик начинает движение по наклонному желобу из состояния покоя с постоянным ускорением  $2 \text{ м}/\text{с}^2$ . Определить модули перемещений за 1, 2 и 3 с, а также за первую, вторую и третью секунды. Каково отношение перемещений в каждом из этих случаев?

68. Тело, начальная скорость которого была равна нулю, двигалось прямолинейно. За первую секунду оно прошло 1 м, за вторую — 2 м, за третью — 3 м, за четвертую — 4 м и т. д. Является ли такое движение равноускоренным?

69. Тело движется прямолинейно с ускорением  $0,6 \text{ м}/\text{с}^2$ . Какой путь оно пройдет в первую секунду; вторую; десятую; двадцать пятую? Начальная скорость тела была равна нулю.

70. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением и в шестую секунду проходит 12 м. Определить ус-

корение и путь, пройденный в шестнадцатую секунду, если начальная скорость была равна нулю.

71. Шарик скатился без толчка по наклонному желобу длиной  $(140 \pm 1)$  см за  $(1,3 \pm 0,1)$  с. С каким ускорением двигался шарик?

72. Какова была начальная скорость автомобиля, если, двигаясь с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$ , он проходит путь 195 м за 10 с?

73. Шар, катящийся по полу, имеет начальную скорость  $0,64 \text{ м/с}$ , а ускорение  $16 \text{ см/с}^2$ . Какое расстояние он пройдет до остановки?

74. Поезд, движущийся после начала торможения с ускорением  $-0,4 \text{ м/с}^2$ , через 25 с остановился. Найти скорость поезда в момент начала торможения и тормозной путь.

75. Вагон наехал на тормозной башмак при скорости  $4,5 \text{ км/ч}$ . Через 3,0 с вагон остановился. Найти тормозной путь вагона.

76. Лыжник спускается с горы длиной 100 м. Сколько времени займет спуск, если ускорение  $0,5 \text{ м/с}^2$ , а начальная скорость была равна  $10 \text{ м/с}$ ?

77\*. Определить скорость прямолинейного движения, заданного уравнением  $x = 10 + 2t + 0,5t^2$ , в конце шестой секунды от начала движения.

78\*. Написать уравнение прямолинейного движения и определить перемещение точки за 8 с, если скорость выражается формулой  $v = 3t + 5$ .

79. Шарик из состояния покоя скатывался по наклонному желобу равноускоренно. Его конечная скорость была  $80 \text{ см/с}$ . С какой средней скоростью он двигался по всему желобу?

80. Шарик двигался по наклонному желобу со средней скоростью  $50 \text{ см/с}$ . Какой была его конечная скорость, если начальная была равна: а) нулю; б)  $10 \text{ см/с}$ ?

81. Определить среднюю и максимальную скорости лыжника за 1 мин, спускающегося равноускоренно с го-

ры длиной 1000 м. Начальная скорость лыжника равна нулю.

82. Хоккейная шайба пересекла ледяное поле длиной 60 м за 3,0 с и остановилась. Какую скорость сообщил шайбе хоккеист с помощью клюшки?

83. После старта гоночный автомобиль достиг скорости 360 км/ч за 25 с. Какое расстояние он прошел за это время?

84. Поезд двигался со скоростью 72 км/ч. Найти время торможения, если известно, что тормозной путь был равен 800 м.

85. Шарик скатывается по желобу длиной 1,25 м с ускорением  $1,6 \text{ м/с}^2$ . Какова скорость шарика в конце желоба? Начальная скорость шарика была равна нулю.

86. Какое расстояние должен пройти автобус от остановки, чтобы его скорость возросла до 36 км/ч, если для удобства пассажиров ускорение не должно превышать  $1,2 \text{ м/с}^2$ ?

87. Автобус движется со скоростью 36 км/ч. На каком расстоянии от остановки водитель должен начать тормозить, сообщая автобусу ускорение, не превышающее  $1,2 \text{ м/с}^2$ ?

88. Космическая ракета разгоняется из состояния покоя и, пройдя путь 200 км, достигает скорости 11 км/с. С каким ускорением она двигалась? Каково время разгона?

89. С каким ускорением должен двигаться локомотив, чтобы на пути 250 м его скорость увеличилась от 36 до 54 км/ч?

90. Ножной тормоз грузового автомобиля считается исправным, если при торможении автомобиля, движущегося со скоростью 30 км/ч по сухой и ровной дороге, тормозной путь не превышает 9 м. Найти соответствующее этой норме тормозное ускорение.

91\*. Автомобиль, движущийся равноускоренно, проходя некоторый путь, достиг скорости 20 м/с. Какова была скорость в средней точке этого пути?

**92.** По графикам скорости, приведенным на рисунке 11, написать закон изменения скорости для каждого движения. Начертить графики изменения координаты  $x = f(t)$ , если начальная координата  $x_0 = 0$ .

**93.** Какой путь пройдет моторная лодка, если она движется прямолинейно 5,0 с

с постоянной скоростью 1 м/с, а затем 5 с с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ ? Начертить график скорости  $v = f(t)$  и график ускорения  $a = f(t)$ .

**94.** Груз поднимают лебедкой с поверхности земли. Первые 2 с груз движется с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , следующие 11 с — равномерно, последние 2 с — с ускорением  $-0,5 \text{ м/с}^2$ . На какую высоту был поднят груз? Начертить график скорости  $v = f(t)$  и график ускорения  $a = f(t)$ .

**95\*.** Тормозной путь поезда перед остановкой на станции равен 1000 м. Определить тормозное ускорение и тормозное время, если в начале торможения скорость поезда была 72 км/ч. Какова скорость поезда у светофора, находящегося в средней точке тормозного пути?

**96\*.** От равномерно движущегося поезда был отцеплен последний вагон, который стал равномерно тормозиться, пока не остановился. Доказать, что пройденный вагоном путь в 2 раза меньше пути, пройденного поездом за то же время.

**97\*.** Спустя 40 с после отхода теплохода вдогонку за ним был послан глиссер, который, отправившись от пристани, двигался все время с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Через какое время и на каком расстоянии от пристани глиссер догонит теплоход, если теплоход движется равномерно со скоростью 18 км/ч? Начертить на одних и тех же осях графики скорости теплохода и глиссера.

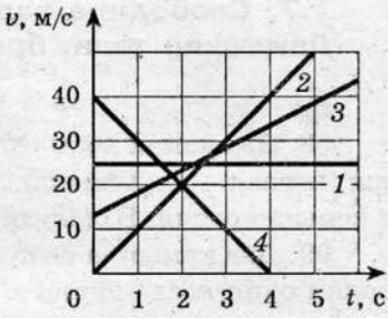


Рис. 11

## 1.7. Свободное падение.

### Движение тела, брошенного вертикально



98. Две капли воды одновременно отделились от крыши: первая — от ледяной сосульки; вторая — скатившись с конька крыши. В одно ли время упадут капли на землю?

99. Два камешка выпущены из рук из одной и той же точки один после другого. Будет ли меняться расстояние между ними при падении? Почему?

100. Почему плотность дождя (количество капель в  $1\text{ м}^3$ ) уменьшается по мере приближения капель к земле?

101. Парашютист раскрывает парашют спустя 2 с после отделения от самолета. Какое расстояние он пролетает по вертикали до раскрытия парашюта и какова его мгновенная скорость в конце этого промежутка времени?

102. Как определить на опыте с помощью рулетки вертикальную начальную скорость «снаряда» баллистического пистолета?

103. Как можно определить, с какой вертикальной скоростью вылетают камни из кратера при извержении вулкана?

104. Тело, брошенное вертикально, поднялось вверх и упало обратно. На рисунках 12, а — г представлены графики зависимости перемещения, пути, скорости и ускорения данного движения. Проанализируйте эти графики и определите, какой зависимости соответствует каждый из них.

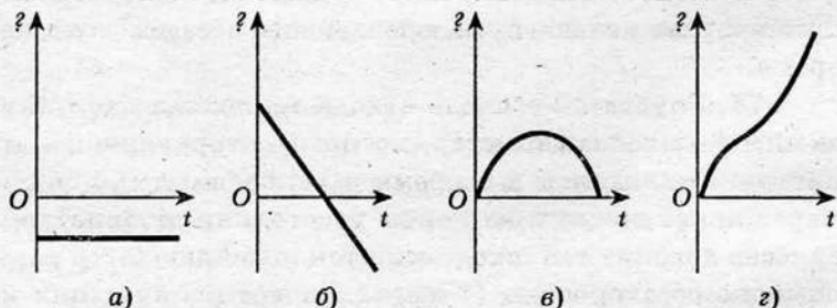


Рис. 12



**105.** Проверьте своего друга на быстроту реакции. Для этого метровую линейку прижмите рукой к стене (рис. 13). Объясните ему, что, отвлекая его разговором, вы отпустите линейку, которая начнет падать. Ударом ладони он должен остановить ее. Измерив путь, пройденный линейкой, и вычислив время ее падения, вы и определите быстроту реакции товарища. Люди каких профессий должны обладать быстрой реакцией?



**106.** В некоторый момент времени скорость свободно падающего тела равна 7 м/с. Какой будет скорость через 1 с?

**107.** Каков знак проекции вектора ускорения  $\vec{g}$  на координатную ось  $OY$ , если ось направлена вниз? вверх?

**108.** С неподвижного воздушного шара сбрасывают балласт, достигающий земли со скоростью 100 м/с. Начертить график скорости движения балласта. По этому графику определить высоту, на которой находится воздушный шар.



Рис. 13

**109.** Два тела, расположенные на одной вертикали на расстоянии  $y_0$  друг от друга, начинают падать одновременно на землю. Показать, что эти два тела при падении будут в покое друг относительно друга.

**110.** С неподвижного вертолета, находящегося на высоте 1000 м, падает бомба, дистанционный взрыватель которой установлен на 14 с. Определить высоту разрыва бомбы над землей.

**111.** Сокол, пикируя отвесно на свою добычу, достигает скорости 100 м/с. Какое расстояние пролетает при этом птица?

**112.** Груз падает с высоты 54 м. Разделить эту высоту на такие три части, чтобы на каждую часть тело проходило за одинаковое время.

**113.** С какой высоты упало тело, если в последнюю секунду падения оно прошло 50 м?

**114.** Тело упало с высоты 245 м. Какой путь оно прошло в последнюю секунду падения?

**115.** Скорость тела, падающего на землю, в некоторой точке *A* равна 50 м/с. Где будет это тело через 1 с? Где оно было 1 с назад? За начало отсчета координаты принять точку *A*.

**116.** Тело, свободно падая из состояния покоя, достигает земли за 4 с. За какое время оно достигло бы земли, если его бросить с той же высоты с начальной скоростью 29,4 м/с, направленной вниз?

**117.** С неподвижного вертолета, находящегося на высоте 1000 м, производится выстрел из пистолета вертикально вниз, причем пуля вылетает со скоростью 200 м/с. За какое время и с какой скоростью пуля достигнет земли?

**118\*.** Воздушный шар, находившийся в покое, начинает подниматься с поверхности земли с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Через 5 с после начала подъема с него сброшен балласт (без начальной скорости относительно аэростата). Через какое время после сбрасывания балласта упадет на землю?

**119.** В лифте, поднимающемся равномерно со скоростью 100 см/с, падает тело с высоты 50 см над полом. Через какое время после начала падения тело коснется пола? На сколько изменится за это время высота тела относительно земли?

**120.** Для проверки правильности действия затвора у фотоаппарата было сфотографировано падение маленького шарика на фоне сантиметровой шкалы (рис. 14) с выдержкой 1/20 с.

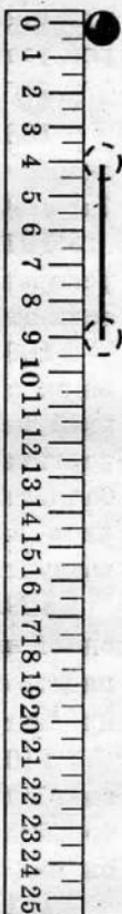


Рис. 14

Обеспечил ли затвор такую выдержку? Падение шарика началось с нулевого штриха линейки, а кнопка фотоаппарата была нажата чуть позже момента начала падения шарика.

121. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал в исходную точку через 3 с. С какой начальной скоростью мяч был брошен?

122. С какой начальной скоростью нужно бросить тело вертикально вверх, чтобы через 10 с оно двигалось вниз со скоростью 20 м/с?

123. Мальчик бросил мяч с балкона вертикально вверх. Определить координаты мяча через одну, две, три, четыре и пять секунд. Начальная скорость мяча 20 м/с. Систему отсчета связать с балконом. Координатную ось направить вертикально вверх.

124. Через какое время (в секундах) мяч будет на высоте 25 м, если его бросить вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с? Объяснить смысл двух ответов. (Высоту отсчитывать от уровня, с которого мяч был брошен.)

125. Мяч брошен с земли вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. За какое время он поднимется вверх и чему равна высота подъема?

126. Пуля и звук от выстрела одновременно достигают высоты 660 м. Найти начальную скорость пули. Скорость звука 330 м/с.

127. Мяч подброшен с земли вверх на высоту 5 м. Упав на землю, он отскочил на высоту 3,2 м. Найти: 1) скорость, с которой мяч был подброшен; 2) скорость, с которой он достиг земли; 3) скорость, с которой он после удара о землю начал двигаться вверх.

128. Определить наибольшую высоту, на которую поднимется тело, если оно брошено с земли вертикально вверх со скоростью 49 м/с.

129\*. Человек, находясь на вершине башни высотой 15 м, бросает вверх предмет с начальной скоростью 10 м/с. За какое время предмет достигнет земной поверхности?

130\*. Мяч *A* брошен вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Одновременно мяч *B* выпущен из рук на высоте

100 м над местом бросания мяча *A*. На какой высоте и в какой момент времени мячи встретятся?

131\*. С аэростата, находящегося на высоте 125 м, выпал предмет. Найти время падения предмета на землю, если аэростат: а) неподвижен; б) поднимается вертикально вверх со скоростью 5 м/с; в) опускается вертикально вниз со скоростью 5 м/с.

132\*. Мяч подбросили с земли вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. На какой высоте он окажется через 1 с? За какое время он поднимется вверх? Какова высота наибольшего подъема? Через сколько времени и с какой конечной скоростью упадет мяч на землю?

### 1.8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью



133. Может ли криволинейное движение происходить без ускорения? с постоянным центростремительным ускорением?

134. Каким будет движение колеса автомобиля, если его наблюдает человек, сидящий в этом автомобиле у окна?



135. На рисунке 15 линия *MN* — траектория равномерного движения материальной точки со скоростью 3 м/с.

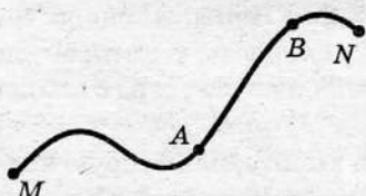


Рис. 15

Указать направления векторов скоростей и центростремительного ускорения в точках *A* и *B*. Определить модули центростремительного ускорения в точках *A* и *B*, если радиусы кривизны в этих точках равны 10 и 15 м соответственно.

136. Диск радиусом *R* сделал четверть оборота, пол оборота и целый оборот. Определить графически путь и перемещение какой-нибудь точки на краю диска в каждом случае.

**137.** Точка, двигаясь с постоянной скоростью, за 10 с прошла половину длины окружности, радиус которой 100 см. Определить эту скорость.

**138.** Каков период вращения секундной, минутной и часовой стрелок часов? Какова частота их вращения?

**139.** Определить линейную скорость конца минутной стрелки каких-либо часов и показать на чертеже векторы этой скорости через каждые 10 мин.

**140.** С какой линейной скоростью движутся точки экватора при вращении Земли вокруг оси? Радиус Земли — 6380 км.

**141.** С какой линейной скоростью обращается Земля вокруг Солнца, если радиус орбиты  $1,5 \cdot 10^8$  км?

**142.** Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите со скоростью 8 км/с и периодом обращения 96 мин. Определить высоту полета спутника над поверхностью Земли.

**143.** Скорость поезда 72 км/ч. Сколько оборотов в минуту делают колеса локомотива, радиус которых 1,2 м?

**144.** На барабан радиусом 20 см навита нить, к свободному концу которой подведен груз  $P$  (рис. 16). Какова частота вращения барабана в тот момент, когда расстояние, пройденное грузом в процессе падения, окажется равным 120 см? Массой барабана пренебречь.

**145.** Шарик, прикрепленный к концу стержня длиной 50 см, врачают с постоянной скоростью в вертикальной плоскости; при этом частота вращения равна 3 об/с. На какую высоту взлетит шарик, если он оторвется от стержня в тот момент, когда скорость шарика направлена вертикально вверх?

**146.** Обтачиваемый на токарном станке вал диаметром 80 мм вращается с частотой 600 об/мин. Определить скорость резания.

**147.** На какое число оборотов в минуту нужно запустить токарный станок, чтобы обтачивать стальной цилиндр диаметром 70 мм при скорости резания 700 м/мин?

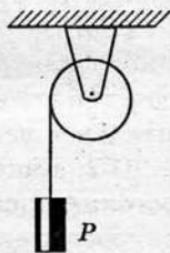


Рис. 16

**148.** Допустимо ли насадить точильный круг на вал двигателя, делающего 2850 об/мин, если на круге имеется штамп завода: «35 м/с,  $\varnothing$  250 мм»?

**149.** Секундная стрелка часов сделала 5 оборотов. Вычислить угол поворота конца стрелки в градусах и радианах и угловую скорость в град/с и рад/с.

**150.** Определить угловую скорость вала, вращающегося с периодом:  $T_1 = 10$  с;  $T_2 = 0,05$  с;  $T_3 = 1 \cdot 10^{-3}$  с.

**151.** Определить угловую скорость вала, частота вращения которого  $24 \text{ мин}^{-1}$ ;  $60 \text{ мин}^{-1}$ ;  $1800 \text{ мин}^{-1}$ .

**152.** Какова частота и угловая скорость вращения колеса ветродвигателя, если за 2 мин (точно) колесо сделало 500 оборотов?

**153.** Во сколько раз угловая скорость минутной стрелки часов больше угловой скорости часовой стрелки?

**154.** На вал плотно насажены два шкива; диаметр первого 10 см, второго 20 см. Сравнить угловые скорости шкивов.

**155.** Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч по дуге окружности радиусом 500 м. Определить центростремительное ускорение автомобиля.

**156.** Ветряное колесо радиусом 2 м делает 40 об/мин. Каково центростремительное ускорение концевых точек лопастей колеса? При какой частоте вращения центростремительное ускорение будет в 2 раза больше?

**157.** Какова линейная скорость тела, движущегося с постоянной скоростью по окружности радиусом 3 м, если центростремительное ускорение равно  $12 \text{ см}/\text{с}^2$ ?

**158.** При постоянной скорости 900 км/ч самолет описывает вертикальную петлю. При каком радиусе петли центростремительное ускорение самолета не превысит  $5g$ ?

**159.** Шкив вращается с угловой скоростью 50 рад/с. Определить центростремительное ускорение точек, находящихся на расстояниях 20 и 80 мм от оси вращения.

**160\*.** Колесо катится без скольжения со скоростью 2 м/с (рис. 17). Однаковы ли линейные скорости точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  обода колеса относительно дороги? Каковы эти скорости?

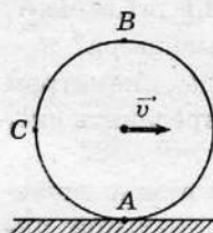


Рис. 17

## 2. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

### 2.1. Основные понятия и законы динамики Ньютона

**Инертность. Масса тела. Первый закон Ньютона**



161. Почему возможно равномерное движение автомобиля при работающем двигателе?

162. Известно, что при ускоренном движении поезда, его торможении и на поворотах предметы в вагонах начинают отклоняться, приходить в движение и даже падать без видимого воздействия на них окружающих предметов. Выполняется ли в данном случае в вагонах первый закон Ньютона?

163. Можно ли объяснить инерцией следующие явления: а) велосипедист едет по спуску, не вращая педали;

б) капли дождя, приближаясь к земле, движутся равномерно и прямолинейно;

в) космические корабли вне атмосферы могут двигаться с выключенными двигателями?

164. Является ли инерциальной системой отсчета вагон, движущийся равномерно? неравномерно? Является ли инерциальной системой отсчета искусственный спутник Земли? карусель?

165. На участке  $AB$  (рис. 18) автомобиль двигался с включенным двигателем, а на участке  $BC$  — с выключенным. На одном из этих участков движение происходило по инерции. На каком?

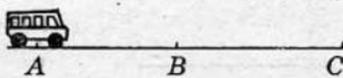


Рис. 18

166. Почему шофер не может мгновенно остановить движущийся автомобиль?

167. Почему при прополке сорной травы, имеющей глубокие корни, ее нужно вытаскивать из почвы без рывка?

168. Что более инертно: ружье или пуля?



169. Два тела при взаимодействии получили ускорения  $0,01$  и  $1 \text{ м/с}^2$  соответственно. Найти отношение масс этих тел.

**170.** Шар массой 1 кг сталкивается с шаром неизвестной массы. Полученные ими ускорения равны 0,2 и  $0,4 \text{ м/с}^2$  соответственно. Определить массу второго шара.

**171.** Два мяча прижаты на столе друг к другу и отпущены. Один мяч отскочил на расстояние 35 см, а другой за это же время — на 50 см. Каково отношение масс мячей?

**172.** С лодки массой 0,5 т выбирается канат, поданный на баркас. Пути, пройденные лодкой и баркасом до их встречи, равны 8 и 2 м соответственно. Какова масса баркаса?

### Сила. Второй закон Ньютона



**173.** Согласны ли вы со следующими утверждениями:

- а) если на тело не действует сила, то оно не движется;
- б) если на тело перестала действовать сила, то оно остановится;
- в) тело обязательно движется туда, куда направлена сила;
- г) если на тело действует сила, то скорость тела изменяется?

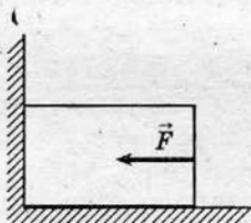


Рис. 19

**174.** На ящик действует по направлению к стене некоторая сила (рис. 19). Почему ящик не приобретает ускорения?

**175.** По второму закону Ньютона  $F = ma$ . Но  $m = \rho V$ . Можно ли в связи с этим утверждать, что сила  $F$  прямо пропорциональна плотности тела или его объему  $V$ ?

**176.** В первый раз рыбак подтягивает при помощи каната лодку к берегу. Во второй раз он подтягивается к берегу, сидя в лодке. В каком случае лодка быстрее причалит, если в обоих случаях рыбак прилагает к канату одинаковую силу?

**177.** Какая из тележек движется с большим ускорением (рис. 20, а, б)?

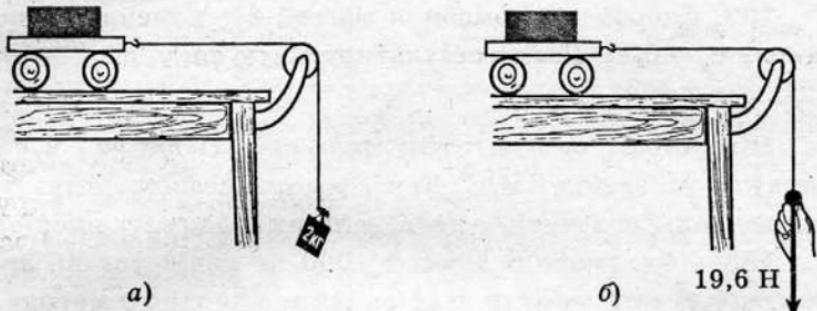


Рис. 20

**178.** Вагонетка массой 200 кг движется с ускорением  $20 \text{ см/с}^2$ . Определить силу, сообщающую вагонетке это ускорение.

**179.** Тележка массой 1000 г движется с ускорением  $50 \text{ см/с}^2$ . Определить силу, действующую на тележку.

**180.** Сила 2 мН действует на тело массой 5 г. Найти ускорение, которым движется тело.

**181.** На покоящееся тело массой 3 кг начинает действовать сила 0,1 Н. С каким ускорением движется тело? Какова скорость тела в конце шестой секунды движения?

**182.** Определить массу тела, которому сила 50 мН сообщает ускорение  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Чему равен модуль перемещения тела за 30 с прямолинейного движения из состояния покоя?

**183.** Через блок переброшена нить, к концам которой подвешены гири массой по 200 г каждая (рис. 21). Какую вертикальную силу нужно приложить к одной из гирь, чтобы гири стали двигаться с ускорением  $50 \text{ см/с}^2$ ?

**184.** Однократные грузы массой 120 г каждый прикреплены к нити, переброшенной через блок. Система покоятся. В некоторый момент на один из грузов начинает действовать вертикально вниз сила 48 мН. Какой путь пройдет каждая из гирь за 2 с и какую приобретет скорость?

**185.** В течение 30 с человек с шестом отталкивает от пристани баржу, прилагая усилие 40 Н. На какое расстояние за это время отойдет от пристани баржа, если ее масса 300 т?



Рис. 21

**186.** Скорость автомобиля массой 2 т изменяется по закону  $v_x = 0,5t$ . Найти результирующую силу, действующую на него.

**187\*.** Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1$  ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ , а телу  $m_2$  ускорение  $3 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение под действием той же силы получат оба тела, если их соединить вместе?

**188\*.** Автомобиль массой 1000 кг движется по закону  $s = t^2 + ct + d$ , где перемещение  $s$  задано в метрах, а время  $t$  — в секундах. Доказать, что действующая на автомобиль сила постоянна. Найти эту силу.

### Третий закон Ньютона



**189.** Может ли человек, сидящий в лодке, привести ее в движение, упираясь в мачту? Почему?

**190.** Можно ли привести в движение стальную тележку при помощи магнита, укрепленного так, как показано на рисунке 22? Почему?

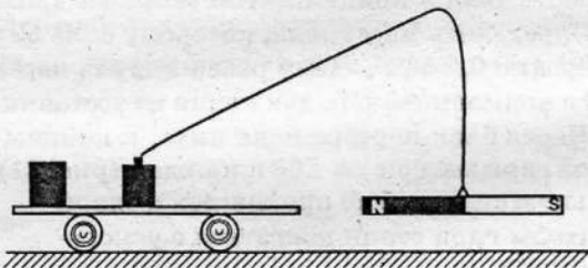


Рис. 22

**191.** Как на основе третьего закона Ньютона объяснить поворот автомобиля на горизонтальной дороге?

**192.** Через неподвижный блок перекинута нить, к каждому концу которой приложена сила, направленная вниз и равная 1 Н. Какова сила натяжения нити?

**193.** Горизонтальная сила, действующая на сани, равна 20 Н, а сила трения 5 Н. Являются ли эти силы силами взаимодействия?



**194.** Двое мальчиков тянут за динамометр в противоположные стороны с силой 100 Н каждый. Каково показание динамометра?

**195\*.** Сила  $F_1$  действует на тело  $A$  (рис. 23). Так как само тело действует на тело  $B$ , то последнее в свою очередь действует на тело  $A$  с силой  $F_2$ . Равна ли нулю равнодействующая этих двух сил? Трением тел об опору пренебречь.

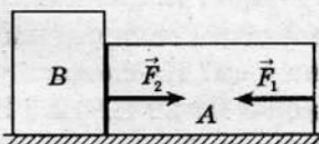


Рис. 23

## 2.2. Силы в механике

### Сила упругости



**196.** Подъемный кран поднимает сваю за один конец (рис. 24). Какие силы при этом действуют на сваю? Назовите их и изобразите на чертеже.

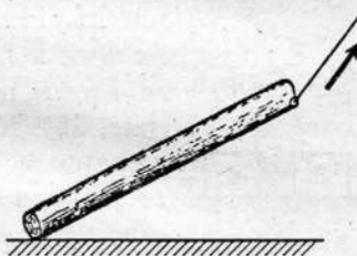


Рис. 24

**197.** Упавший на пол мяч отскочил вверх. Какие силы действовали на мяч во время его падения и в момент соприкосновения с полом?

**198.** Гиря находится на столе. Какие силы уравновешиваются?

**199.** Когда к резиновому шнурку подвесили гирю, он удлинился. Назовите силы взаимодействия. К каким телам приложены эти силы?



**200.** С какой силой нужно подействовать на пружину, чтобы удлинить ее на 3 см, если коэффициент жесткости пружины 900 Н/м?

**201.** Каков коэффициент жесткости пружины динамометра, если под нагрузкой в 10 Н пружина удлинилась на 4 см? На сколько удлинится эта пружина под нагрузкой 5 Н? 20 Н? 12,5 Н? Почему шкала динамометра равномерна?

**202.** На рисунке 25 приведен график зависимости силы упругости от удлинения резинового шнура. На сколько нужно растянуть шнур, чтобы возникла сила упругости 25 Н? Определить силу упругости при удлинении шнура на 1,5 см.

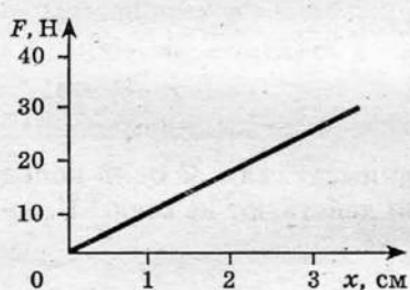


Рис. 25

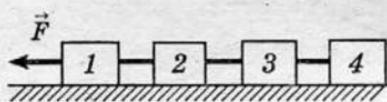


Рис. 26

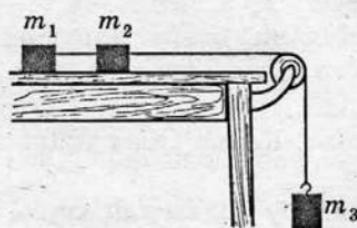


Рис. 27

**203.** Автодрезина тянет две платформы с силой 1,78 кН. Масса первой платформы 12 т, второй 8 т. Какова сила упругости в сцепке между платформами? Трением пренебречь.

**204\*.** Четыре бруска массой  $m$  каждый соединены нитями и лежат на гладкой горизонтальной поверхности (рис. 26). К бруски 1 приложена сила  $F = 100$  Н. Определить силу натяжения, действующую между 2 и 3 брусками. Трением пренебречь.

**205\*.** На рисунке 27  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 3$  кг. Нить, связывающая тела  $m_1$  и  $m_2$ , выдерживает нагрузку не более 4 Н. Разорвётся ли эта нить, если масса груза  $m_3$  будет 1 кг? Разорвётся ли нить, если грузы  $m_1$  и  $m_2$  поменять местами? Трением пренебречь.

## Сила всемирного тяготения



**206.** Почему космические тела (планеты, кометы, астероиды) движутся не по прямым, а по кривым линиям? Может ли космический корабль в космосе двигаться по инерции прямолинейно?

**207.** Как двигалась бы Луна, если бы исчезло тяготение между Луной и Землей? Если бы отсутствовала орбитальная скорость Луны?

**208.** Динамометром измеряют вес тел. Можно ли динамометром измерять массу тел?



**209.** Сила тяготения между двумя одинаковыми шарами равна 0,01 Н. Каковы массы шаров, если расстояние между их центрами равно 1 м?

**210.** Как велика будет сила взаимного притяжения двух спутников Земли массой 3,87 т каждый, если они сблизятся до расстояния 100 м?

**211.** Определить силу тяготения между Землей и Солнцем, если их массы равны  $6,0 \cdot 10^{24}$  и  $2,0 \cdot 10^{30}$  кг соответственно и расстояние между ними  $1,5 \cdot 10^{11}$  м.

**212.** Радиус планеты Марс приблизительно в 2 раза меньше радиуса Земли, а масса Марса составляет приблизительно 0,1 массы Земли. Как соотносятся между собой силы тяготения тел одинаковой массы к Земле и к Марсу на поверхности этих планет?

**213.** На каком расстоянии от центра Земли должен находиться космический корабль при полете к Луне, чтобы продолжать свое движение под действием силы гравитационного притяжения Луны? Масса Земли в 81 раз больше массы Луны, а расстояние между их центрами составляет 60 земных радиусов  $R$ .

**214.** Чему равно ускорение свободного падения на высоте, равной радиусу Земли?

215. На какой высоте от поверхности Земли ускорение свободного падения равно  $4,9 \text{ м/с}^2$ ?

216. Масса Луны примерно в 10 раз меньше массы Земли, а ее диаметр в 4 раза меньше диаметра Земли. Определить ускорение свободного падения на Луне.



Рис. 28

217. Определить вес неподвижного тела, если его масса 2 кг; 400 г; 800 мг.

218. Веса двух неподвижных тел равны 1 Н и 49 Н. Определить их массы.

219\*. С каким ускорением летит самолет, если на него действуют четыре силы: по вертикали — сила тяжести 200 кН и подъемная сила крыла самолета 210 кН; по горизонтали — сила, равная 20 кН, и сила лобового сопротивления воздуха 10 кН? Как направлено ускорение?

220. С каким ускорением движутся грузы (рис. 28), если массы их одинаковы?

221. На какой высоте  $H$  над полюсом Земли сила тяготения, действующая на тело, будет втрое меньше, чем на поверхности?

222. На рисунке 29 изображены три тела, указаны силы тяжести и горизонтальные силы, действующие на каждое из тел. Найти, не применяя формул, ускорение, с которым будет двигаться каждое тело.

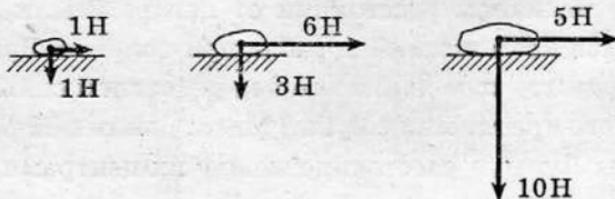


Рис. 29

## Силы трения и сопротивления



223. Почему шкаф с книгами бывает невозможно сдвинуть с места?

224. Что легче: удержать тело на наклонной плоскости или двигать его равномерно вверх?

225. Зависимость силы трения от скорости тела показана на графике (рис. 30). Пояснить график.

226. Тяжелый брусков равномерно передвигают по горизонтально установленной доске. Почему сила трения увеличивается, если на доску насыпать песок, но уменьшается, если насыпать пшено?

227. Почему большую льдину, плавающую на воде, привести в движение легко, но сразу же сообщить ей большую скорость трудно?

228. Если перестать грести веслами, лодка скоро остановится. Почему? Для чего спортивные лодки полируют?

229. Почему нагруженный корабль движется медленнее ненагруженного?

230. На реках буксиры часто ведут баржи способом толкания (рис. 31). Почему это выгоднее, чем тянуть баржу на тросе?

231. Зачем подводным лодкам при вертикальном погружении или всплытии придают наклонное положение?

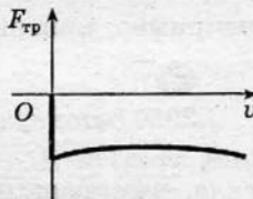


Рис. 30



Рис. 31

**232.** Почему устоям речного моста придают обтекаемую форму?

**233.** Почему формула  $F_{\text{тр}} = kN$  не может быть записана в векторной форме?



**234.** Поставьте на стол бутылку и за ней горящую свечу (рис. 32). Подуйте на бутылку, свеча погаснет. Почему? Повторите опыт, заменив бутылку предметом другой формы, например, книгой. Каков результат опыта в этом случае?



**235.** Бетонную плиту весом  $(120 \pm 1)$  кН равномерно тягут по горизонтальной поверхности земли. Горизонтальная сила, действующая на плиту, равна  $(54 \pm 1)$  кН. Определить коэффициент трения.

**236.** Сани со стальными полозьями перемещают равномерно по льду, прилагая горизонтальное усилие 2 Н. Каков вес саней?

**237.** Полотняная горка (рис. 33) служит для очистки семян льна от примесей; при этом примеси движутся по полотну вверх, а семена льна — вниз. Почему? С каким углом наклона нужно поставить горку, чтобы разделить на ней смесь семян с коэффициентами трения 0,6 и 0,8?

**238.** В работающем электрическом двигателе угольная щетка прижимается к медному коллектору с силой 5 Н. Определить силу трения.

**239.** Магнит массой  $m = 1,5$  кг притягивается вертикальной стальной плитой. Коэффициент трения магнита о плиту  $\mu = 0,3$ . Какой должна быть наименьшая сила притяжения магнита к плите, чтобы он не скользил вниз?

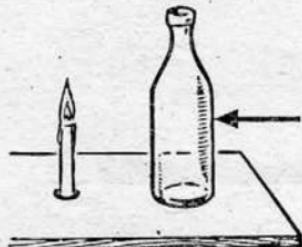


Рис. 32

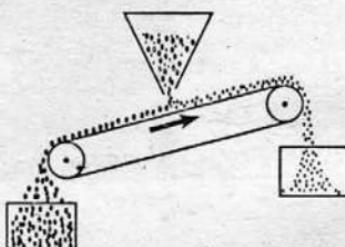


Рис. 33

**240.** Брускок массой 4 кг зажат между двумя досками силами по 50 Н (рис. 34). Коэффициент трения между поверхностью бруска и доской 0,5. Какую силу необходимо приложить к брускоку, чтобы вытолкнуть его вниз? вытолкнуть вверх? Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**241.** На полу лежат семь листов стали массой 5 кг каждый (рис. 35). Какую горизонтальную силу нужно приложить, чтобы сдвинуть четыре верхних листа? чтобы, придерживая три верхних листа, вытащить только четвертый лист? Коэффициент трения между листами равен 0,2.

**242.** Чтобы равномерно поднимать груз с помощью каната, перекинутого через балку, требуется сила, равная 270 Н, а чтобы этот же груз равномерно опускать, сила, приложенная к канату, должна быть равна 250 Н. Определить массу груза и силу трения каната о балку.

**243.** Диск вращается в горизонтальной плоскости с частотой 15 об/мин. На расстоянии 12 см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения, чтобы тело не соскользнуло с диска?

**244.** Во сколько раз увеличится сила сопротивления воздуха, если скорость автомобиля увеличится на 50%? (Сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости.)

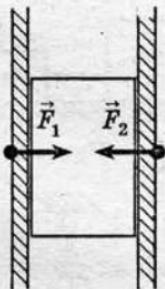


Рис. 34



Рис. 35

### 2.3. Применение законов динамики

#### Движение тела под действием силы упругости



**245.** Подвесьте грузик к нижнему концу резинки и, оттянув грузик вниз, наблюдайте его колебательное движение. Определите коэффициент жесткости нити и взвесьте несколько тел с ее помощью.

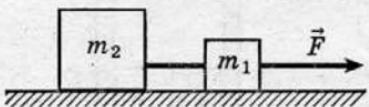


Рис. 36

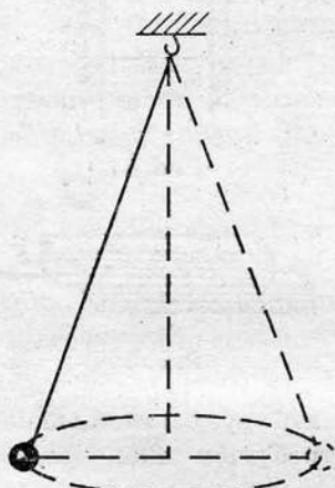


Рис. 37

246. Два бруска массой  $m_1 = 0,2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,3 \text{ кг}$ , соединенные нитью, движутся без трения равноускоренно под действием силы  $F = 1 \text{ Н}$  (рис. 36). С каким ускорением движутся бруски? Какова сила упругости, действующая на брусков  $m_2$ ?

247. Шнур выдерживает усилие не более  $100 \text{ Н}$ . На таком шнуре длиной  $1 \text{ м}$  приводят в круговое движение шар массой  $2 \text{ кг}$  в горизонтальной плоскости (рис. 37). Какой может быть максимальная скорость шара?

### Вес тела, движущегося с ускорением. Невесомость и перегрузки



248. Коробочка, внутри которой находится шарик, подброшена вертикально вверх. Достигнув наибольшей высоты, она стала падать вниз. Будет ли шарик находиться в состоянии невесомости и во все ли время движения?

249. Космический корабль движется по направлению к центру Земли с ускорением  $g$ . Почему в этом случае космонавт не различает, где «верх» и где «низ» в кабине?

250. Корабль опускается с ускорением  $2g$ . Где для космонавта будут «верх» и «низ» в этом случае? Где сможет космонавт в этом случае ходить в кабине?

251. Испытывает ли космонавт перегрузку, когда ракета массой  $10 \text{ т}$  стартует вертикально вверх, если двигатель развивает силу, равную  $98 \text{ кН}$ ?



**252.** В дне и на стенках консервной банки пробейте гвоздем по отверстию. Будет ли выливаться вода через эти отверстия при падении банки? Правильность ответа проверьте опытным путем.



**253.** Человек, масса которого 70 кг, находится в лифте. Определить вес человека: а) перед началом подъема лифта; б) при подъеме с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ ; в) при движении с постоянной скоростью 5 м/с.

**254.** Канат удерживает тело весом не более 250 Н. На канате поднимают груз массой 200 кг. При каком ускорении канат разорвется?

**255.** Шахтная клеть в покое весит 2500 Н. С каким ускорением опускается клеть, если ее вес уменьшился до 2000 Н?

**256.** В шахту опускается равноускоренно бадья, вес которой в покое 2800 Н. В первые 10 с она проходит 35 м. Каков вес бадьи в движении?

**257.** Груз массой 15 т опускают в трюм парохода. График изменения скорости дан на рисунке 38. Определить силу натяжения троса в следующие промежутки времени: а) от начала движения до конца шестой секунды; б) от начала седьмой секунды до конца двенадцатой; в) от конца двенадцатой секунды до конца четырнадцатой.

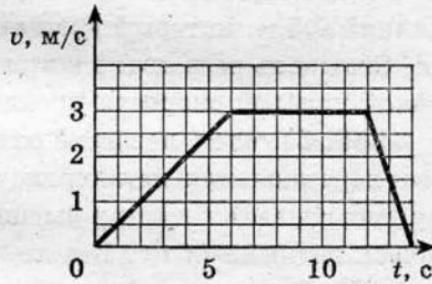


Рис. 38

**258.** Лыжник массой 100 кг движется со скоростью 10 м/с по вогнутому, а затем по выпуклому участку дороги с радиусом кривизны 20 м. Определить вес лыжника в средней точке каждого участка.

**259.** Трактор массой 10 т проходит по мосту со скоростью 10 м/с. Какова сила давления трактора на середину моста, если мост: а) плоский; б) выпуклый с радиусом

кривизны 200 м; в) вогнутый с таким же радиусом кривизны?

260. С какой скоростью должен ехать велосипедист по средней части выпуклого моста с радиусом кривизны 10 м, чтобы не оказывать давления на мост?

261. Лыжник массой 50 кг съезжает с вершины горы высотой 10 м. За склоном горы находится впадина радиусом 10 м. Определить силу давления лыжника на лыжи в нижней точке впадины.

262. Нить, на которой висит груз весом  $P$ , из вертикального положения переведена в горизонтальное и отпущена. Найти силу натяжения нити при прохождении ею отвесного положения.

263. Гиря массой 500 г прикреплена к концу стержня длиной 100 см, который врачают в вертикальной плоскости с частотой 3 об/с. Какова сила натяжения стержня, когда гиря проходит самую высокую и самую низкую точки траектории?

264. Шар массой 4 кг прикреплен к концу стержня длиной 0,5 м, который врачают в вертикальной плоскости. Стержень разрывается при силе натяжения 90 Н. При какой угловой скорости произойдет разрыв стержня?

265. Самолет, летящий со скоростью 720 км/ч, описывает вертикальную петлю радиусом 400 м. Какую перегрузку испытывает летчик в высшей и низшей точках петли? Масса летчика 80 кг. Нет ли лишних данных в условии?

266. Космический корабль массой  $1,00 \cdot 10^6$  кг поднимается с Земли вертикально вверх. Сила тяги корабля равна  $2,94 \cdot 10^7$  Н. С каким ускорением поднимается корабль? Определить скорость и координату корабля относительно места старта в конце первой минуты движения.

267\*. Шарик, привязанный к нити длиной 0,3 м, движется в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,15 м (см. рис. 37). Сколько оборотов в секунду делает шарик?

268\*. Какое максимальное ускорение можно сообщить космическому кораблю, чтобы вес космонавта был не бо-

лее  $4P$ ? Рассмотреть три случая: а) при вертикальном взлете; б) при вертикальном спуске; в) при полете вне поля тяготения.

269\*. Во сколько раз быстрее должна была бы вращаться Земля, чтобы на экваторе тела не имели веса?

### Движение тела, брошенного под углом к горизонту



270. У автомобиля, предназначенного для поливки дорог, дальность выбрасываемых водяных струй различна (рис. 39). Каким образом это достигается?

271. При движении дисковой бороны каждый диск вращается вследствие трения о почву. Отдельные частицы почвы, отрываясь от диска, движутся по траекториям, близким к параболическим (рис. 40). Объясните, почему высота и дальность траекторий различны.



272. Мяч брошен под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $10 \text{ м/с}$ . Определить проекции начальной скорости на координатные оси, высоту подъема, а также время и дальность полета мяча.

273. Тело брошено под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $100 \text{ м/с}$ . Через сколько времени тело будет на высоте  $50 \text{ м}$ ?

274. Один спортсмен бросает мяч другому спортсмену, и при этом мяч летит по параболе в течение  $1 \text{ с}$ . Сколько времени мяч будет находиться в состоянии невесомости? Какова высота параболы и каково расстояние между спортсменами, если мяч был брошен под углом  $45^\circ$  к горизонту?



Рис. 39

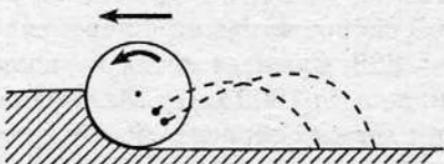


Рис. 40

275. Мяч брошен с начальной скоростью 20 м/с. Найти аналитически и графически высоту и дальность полета мяча при углах бросания 30, 45 и 60°. Какова конечная скорость мяча и каково направление вектора конечной скорости в каждом из этих случаев?

276\*. Дальность полета  $L$  мяча равна высоте его подъема  $H$ . Под каким углом  $\alpha$  к горизонту был брошен мяч?

277\*. Самолет пикирует на цель под углом 60° к горизонту со скоростью 150 м/с и сбрасывает бомбу на высоте 600 м. На каком расстоянии от цели по горизонтальному направлению летчик сбросил бомбу, если она поразила цель?

### Движение тела, брошенного горизонтально



278. Начальная скорость вылета пули из спортивной винтовки равна 300 м/с, а из охотничьего ружья 375 м/с. Как соотносятся между собой значения дальности полета пули, если выстрелы производились в горизонтальном направлении и с одинаковой высоты?

279. Пуля вылетает в горизонтальном направлении и летит со средней скоростью 800 м/с. На сколько снизится пуля в отвесном направлении во время полета, если расстояние до цели 600 м?

280. Камень брошен в горизонтальном направлении. Через 3 с вектор скорости относительно земли составил угол 45°. Какова начальная скорость камня?

281. Мяч, брошенный горизонтально с высоты 2 м над землей, упал на расстоянии 7 м. Найти начальную и конечную скорости мяча.

282. С крутого берега реки высотой 20 м бросают камень в горизонтальном направлении со скоростью 15 м/с. Через какое время камень упадет в воду? С какой скоростью он упадет в воду? Какой угол составит вектор конечной скорости камня с поверхностью воды?

283. Самолет летит горизонтально на высоте 8 км со скоростью 1800 км/ч. За сколько километров до цели летчик должен сбросить бомбу, чтобы поразить цель? Как изменится это расстояние, если высота полета будет вдвое больше?

284. Вертолет летит горизонтально со скоростью 180 км/ч на высоте 500 м. С вертолета нужно сбросить вымпел на теплоход, движущийся по реке встречным курсом со скоростью 24 км/ч. На каком расстоянии от теплохода летчик должен сбросить вымпел?

285. С горизонтально летящего самолета производится выстрел. Скорость самолета и начальная скорость пули равны по модулю, но противоположны по направлению. Какой будет траектория пули в системе отсчета «Земля» и системе отсчета «Самолет»?



286\*. Зажмите баллистический пистолет в штативе на некоторой высоте над поверхностью стола и измерьте его высоту. Выстрелив вертикально вверх, определите начальную скорость «снаряда». Рассчитайте, на каком расстоянии от цели нужно установить пистолет, чтобы, выстрелив в горизонтальном направлении, попасть в цель. Полученные результаты проверьте на опыте. Принять, что начальные скорости снаряда при выстrelах вертикально вверх и горизонтально одинаковы.

### Движение космических объектов



287. Что произойдет с искусственным спутником Земли, если он будет выведен на орбиту со скоростью, чуть меньшей или чуть большей первой космической скорости?

288\*. Почему искусственные спутники запускают с Земли в направлении на восток?



289. Вычислить первую космическую скорость для Земли ( $R = 6400$  км,  $g_0 = 9,8$  м/с $^2$ ), Марса ( $R = 3400$  км,  $g_0 = 3,6$  м/с $^2$ ), Венеры ( $R = 6000$  км,  $g_0 = 8,4$  м/с $^2$ ) и для Луны ( $R = 1760$  км,  $g_0 = 1,7$  м/с $^2$ ).

290. Если масса и радиус планеты соответственно в 2 раза больше, чем у Земли, то каково значение первой космической скорости?

**291.** Какую скорость должен иметь искусственный спутник Земли, чтобы он двигался по круговой орбите на высоте  $R$ ,  $2R$  и  $3R$  от поверхности Земли, если радиус земного шара  $R = 6400$  км?

**292. 1.** Сможет ли спутник двигаться вокруг Земли по круговой орбите со скоростью 1 км/ч? При каком условии это возможно?

**2.** Может ли спутник двигаться вокруг Земли по круговой орбите, делая 18 об/сут?

**293. 1.** Искусственный спутник Земли имел круговую орбиту, удаленную от поверхности Земли на 220 км. Определить скорость спутника и его период обращения.

**2.** Спутник движется по круговой орбите на высоте (расстояние от поверхности Земли), равной земному радиусу. Каков период обращения спутника?

**294\*.** Какова средняя скорость движения Земли по орбите, если радиус орбиты  $1,5 \cdot 10^{11}$  м, а масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг?

**295\*.** Луна движется вокруг Земли со скоростью 1 км/с. Радиус орбиты 384 000 км. Какова масса Земли?

**296\*.** Определить массу Солнца, зная, что средняя скорость Земли по орбите составляет 30 км/с, а радиус орбиты Земли  $1,5 \cdot 10^8$  км.

### Движение тела под действием силы трения



**297.** С каким максимальным ускорением сможет двигаться по горизонтальной дороге велосипедист, если коэффициент трения между шинами и дорогой  $\mu = 0,07$ ? Сопротивление воздуха не учитывать.

**298<sup>1</sup>.** Велосипедист движется по горизонтальной дороге со скоростью 8 м/с. Какой путь проедет он после того, как перестанет вращать педали? Коэффициент сопротивления 0,05.

**299.** С каким ускорением будет двигаться по горизонтальной дороге автомобиль после выключения двигателя, если коэффициент сопротивления равен  $\mu$ ?

<sup>1</sup> Коэффициент сопротивления движению определяется как отношение средней силы сопротивления к силе тяжести.

300. Автомобиль движется по горизонтальной дороге с постоянным ускорением  $1,0 \text{ м/с}^2$ . С каким ускорением он будет двигаться, если водитель выключит двигатель? Средняя сила сопротивления в 4 раза меньше силы тяги.

301. Бруск массой 400 г движется горизонтально под действием силы 1,4 Н. Коэффициент трения 0,2. В некоторой точке пути скорость бруска 4 м/с. Какой будет его скорость на расстоянии 3 м от этой точки?

302. Автомобиль массой 1,5 т движется по горизонтальной дороге со скоростью 5 м/с. Определить среднее значение силы, действующей на автомобиль, когда он:  
а) останавливается силами сопротивления в течение 1 мин;  
б) затормаживается в течение 15 с; в) останавливается, на-  
ткнувшись на препятствие, в течение 0,5 с.

303. Используя график зависимости скорости тела от  $v, \text{ м/с}$  времени (рис. 41), определить ускорение тела и приложенную к нему горизонтальную силу. Масса тела равна 50 кг, а коэффициент трения между телом и горизонтальной поверхностью равен 0,2.

304. Автомобиль массой 1000 кг движется со скоростью 50 м/с по дуге окружности радиусом 100 м. Определить силу, сообщающую автомобилю центростремительное ускорение.

305. С какой наибольшей скоростью должен двигаться автомобиль на повороте с радиусом кривизны 150 м, чтобы его не « занесло », если коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен 0,42?

306. Какое ускорение приобретает тело, движущееся по горизонтальному пути, если коэффициент трения равен 0,2?

307. Поезд массой 1000 т отходит от станции равнозадавленно и на расстоянии 250 м развивает скорость 36 км/ч. Коэффициент сопротивления 0,006. Определить силу тяги тепловоза.

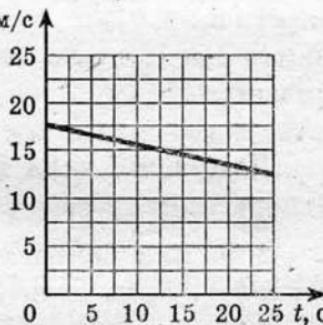


Рис. 41

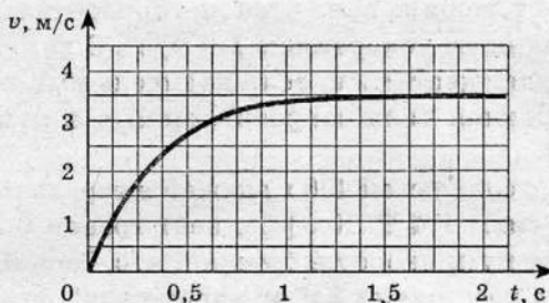


Рис. 42

308\*. На графике (рис. 42) представлена зависимость скорости падения шарика в вязкой жидкости от времени. Какова скорость падения шарика спустя 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2 с после начала падения? Каково ускорение шарика спустя 0,25, 0,5, 1,5 с после начала падения? Почему, начиная с некоторого момента, скорость шарика не увеличивается?

### Движение тела под действием нескольких сил



309. Как направлено ускорение, с которым летит вертолет, если сила  $F$  направлена так, как показано на рисунке 43?

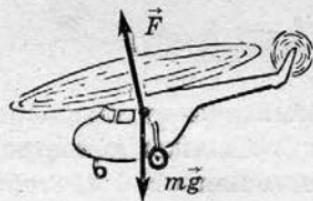


Рис. 43

310. С горки скатываются два вагона: один груженый, другой порожний. Какой из вагонов откатится дальше по горизонтальному участку пути после скатывания с горки? Рассмотреть два случая: а) когда сопротивление

воздуха не учитывается; б) когда оно учитывается.



311. По гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  движется тело массой 1,7 кг. Какие силы действуют на тело? Чему равна равнодействующая приложенных к телу сил? С каким ускорением движется тело?

**312.** Длина наклонной плоскости 250 см, высота 25 см. Найти ускорение скользящего по ней тела.

**313.** Под каким углом к горизонту нужно наклонить плоскость, чтобы брускок скользил по ней с ускорением  $2,5 \text{ м/с}^2$ ? Как проверить на опыте правильность решения задачи?

**314.** Какую скорость приобретают сани, скользнувшие с ледяной горы высотой 19,6 м?

**315.** Тело скользит по наклонной плоскости, длина которой 20 м и наклон к горизонту  $30^\circ$ . Когда тело достигнет основания плоскости?

**316.** Грузы, показанные на рисунке 44, имеют массы  $m_1 = 3 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 2 \text{ кг}$ . В какую сторону будут двигаться грузы и с каким ускорением? Какова сила натяжения шнуря?

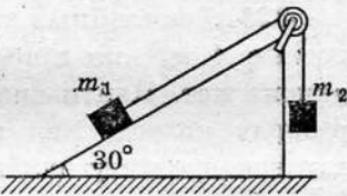


Рис. 44

**317.** Под каким углом нужно наклонить кузов автомобиля-самосвала, чтобы бетонная плита, находящаяся в нем, стала скользить? Коэффициент трения между плитой и кузовом  $\mu = 0,65$ .

**318.** Крыша дома наклонена под углом  $20^\circ$  к горизонту. Удастся ли человеку пройти вверх по обледенелой крыше, если коэффициент трения покоя равен 0,03?

**319.** Тело массой 0,6 кг падает вертикально вниз с ускорением  $9,4 \text{ м/с}^2$ . Чему равна средняя сила сопротивления воздуха?

**320.** Спортсмен прыгает с вышки в воду. На сколько сопротивление воздуха увеличивает время падения, если высота вышки 10 м, а фактическое время падения 1,8 с?

**321.** Бомба, сброшенная с самолета, летящего на высоте 7 км, достигла земли через 42,4 с. На сколько секунд увеличилось время падения бомбы из-за сопротивления воздуха?

**322.** Конькобежец скользит по горизонтальной площадке, описывая дугу радиусом 6 м. С какой скоростью

скользит конькобежец, если угол наклона его тела к площадке равен  $60^\circ$ ?

323. 1. Определить угол, на который должен наклониться к дороге велосипедист, чтобы проехать поворот с радиусом кривизны 40 м при скорости 9 м/с.

2. Для чего спортивные треки для езды на мотоциклах и велосипедах делают на поворотах с поперечным уклоном?

324. По кривой какого радиуса проедет велосипедист, если он движется со скоростью 5 м/с? Предельный угол наклона  $30^\circ$ .

325. Трамвайный вагон массой 7 т движется со скоростью 4 м/с по кривой радиусом 12 м. Поперечного уклона нет. Найти силу давления внешнего рельса на реборду колеса. Как изменится сила давления, если вагоновожатый увеличит скорость трамвая в 2 раза? в 3 раза?

326. Сила, сообщающая телу центростремительное ускорение, выражается формулой  $F = mv^2/R$ . Какую линию представляет собой график зависимости силы  $F$ : а) от массы  $m$  тела; б) от его линейной скорости  $v$ ; в) от радиуса обращения  $R$ ? В каждом случае две остальные величины, входящие в формулу, считать постоянными.

327. Шарики массами 50 и 100 г связаны нитью. Расстояние между центрами шариков равно 12 см, центры шариков расположены по разные стороны от оси прибора (рис. 45). На каком расстоянии от оси прибора должен находиться центр меньшего шарика, чтобы при вращении шарики не скользили по стержню?

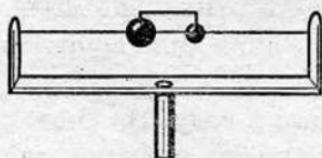


Рис. 45

328\*. Скорость движения поезда на повороте дороги радиусом 800 м равна 20 м/с. На сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего, чтобы реборды колес не производили бокового давления на рельсы? Ширина колеи 1524 мм ( $\approx 1,5$  м).

**329\***. На тело, движущееся равномерно по горизонтальной поверхности, действует сила, направленная под углом  $\alpha$  к горизонту. При каком значении угла  $\alpha$  сила тяги будет наименьшей, если коэффициент трения равен  $\mu$ ?

## 2.4. Статика

### Равновесие тел



**330.** Тепловоз равномерно и прямолинейно тянет состав вагонов. Изменится ли сила тяги, если тепловоз будет толкать этот же состав? Изменится ли сила тяги, если тепловоз поместить в середине состава?

**331.** К трактору требуется подцепить борону. Для правильного режима работы бороны прицепы трактора и бороны должны быть на одном горизонтальном уровне. Что произойдет, если прицеп бороны окажется выше прицепа трактора? ниже прицепа?

**332.** Как следует переносить лист оконного стекла: поддерживая одной или двумя руками (рис. 46)?

**333.** Почему человек, идущий по канату, вытягивает руки в стороны?

**334.** Что устойчивее: цилиндр или конус, если масса, высота и площадь основания у них одинаковы (рис. 47)?

**335.** Почему лодка становится менее устойчивой, если кто-нибудь из сидящих в ней встанет?

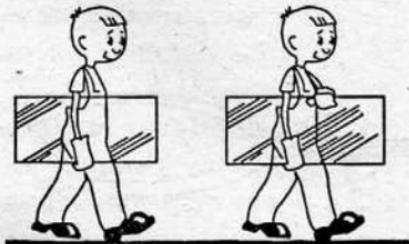


Рис. 46

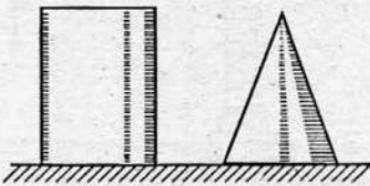


Рис. 47

**336.** Почему подъемный кран (рис. 48) не опрокидывается под действием груза? Почему без груза кран не опрокидывается под действием противовеса?

**337.** Для чего на платформу подъемного крана укладываются тяжелые бетонные блоки?

**338.** Может ли один человек при помощи каната перетянуть двоих, если прилагаемые усилия у всех трех одинаковы (рис. 49)? При каком условии это возможно?

**339.** Почему при резке ножницами изделие иногда выталкивается из них (рис. 50)?



**340. 1.** Как нужно приложить к телу три силы: 4, 6 и 10 Н, чтобы тело было в равновесии?

**2.** Окажется ли тело в равновесии под действием трех равных по модулю сил, если угол между силами  $60^\circ$ ?  $120^\circ$ ?

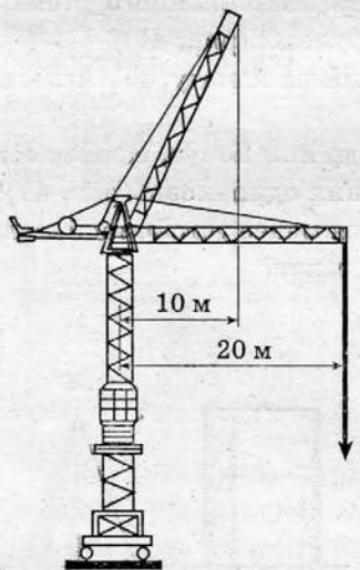


Рис. 48

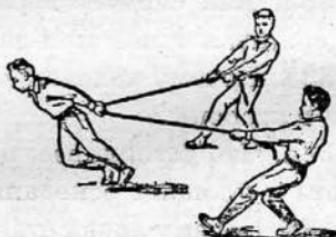


Рис. 49

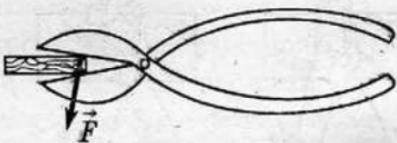


Рис. 50

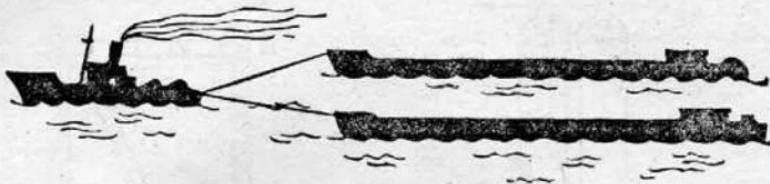


Рис. 51

341. Две силы по 5 Н приложены к одной точке тела под углом  $90^\circ$ . Как нужно приложить к этому телу другие две силы по 4 Н, чтобы они уравновесили первые две?

342. Буксир ведет две баржи (рис. 51). Сила, с которой буксир тянет баржи, 10 кН. В некоторый момент времени угол между тросами равен  $60^\circ$ . Найти силу натяжения каждого троса.

343. Груз массой 10 кг лежит на наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Какую силу нужно приложить к грузу параллельно плоскости, чтобы удержать его в равновесии? Найти силу реакции плоскости.

344. Лодку равномерно тянут к берегу двумя канатами, расположенными в горизонтальной плоскости. Угол между канатами  $90^\circ$ . К канатам приложены силы по 120 Н каждая. Какова сила сопротивления воды?

345. Баржа удерживается двумя канатами (рис. 52). С какой силой ветер действует на баржу, если каждый канат натянулся с силой 8 кН?

346. К средней точке горизонтально подвешенного провода длиной 20 м подведен груз весом 170 Н, вследствие чего провод провис на 10 см. Определить силу упругости, с которой каждая половина провода действует на груз.

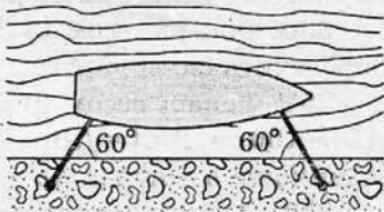


Рис. 52

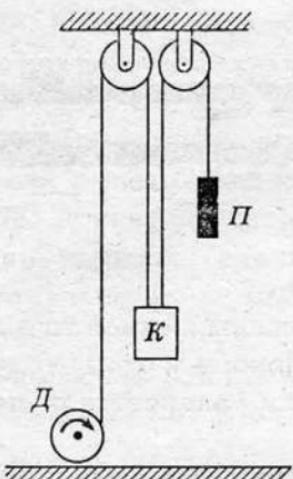


Рис. 53

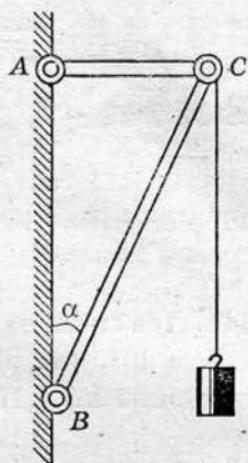


Рис. 54

347. Определить силу тяги двигателя  $D$  (рис. 53) при равномерном подъеме кабины лифта  $K$ . Масса кабины 250 кг, масса пассажиров 160 кг, масса противовеса  $P$  330 кг. Какова роль противовеса в подъемных установках?

348. К кронштейну  $ABC$  (рис. 54) подвешен груз 87 Н. Угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определить силу упругости в стержнях  $BC$  и  $AC$ . Как будут изменяться эти силы с увеличением угла  $\alpha$ ?

349. Груз весом 100 Н подвешен к кронштейну  $ABC$  (см. рис. 54), у которого  $|AC| = 150$  мм и  $|BC| = 250$  мм. Определить силы упругости в стержне  $AC$  и подкосе  $BC$ .

350. Фонарь весом 43 Н укреплен на подвесе (рис. 55). Определить силы упругости стержня  $AB$  и троса  $BC$ .

351. Фонарь весом 40 Н подвешен (рис. 56) на шнурах  $|AD| = 100$  см,  $|DC| = |CB| = 200$  см. Каковы силы упругости, возникшие в шнурах  $AD$  и  $DC$ ?

352. На горизонтальную площадку под углом  $40^\circ$  к ее поверхности действует сила 200 Н. Определить нормальную составляющую этой силы.

353. Груз массой 1 кг лежит на наклонной плоскости. Какова сила реакции, если параллельно плоскости на груз действует сила трения покоя 6 Н?

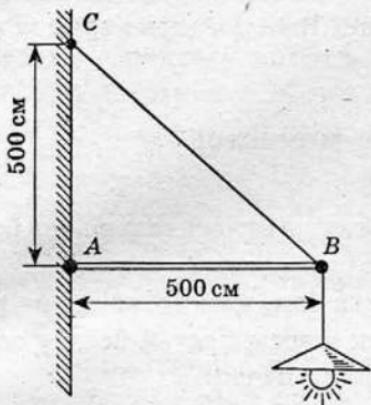


Рис. 55

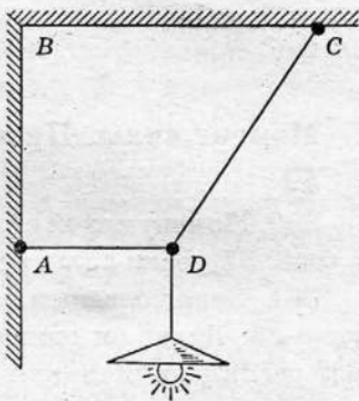


Рис. 56

**354.** Почему не следует с помощью подъемного крана поднимать груз при косом положении троса? Какая сила будет вначале действовать на трос при подъеме груза массой 5 т, если он образует с вертикалью угол  $60^\circ$ ?

**355.** Длина опорной части гусеницы у танка равна 3,8 м. Какой ширины ров преодолеет танк, если считать, что центр тяжести его находится в средней точке длины танка?

**356.** Грузоподъемность крана (см. рис. 48) при вылете стрелы 20 м равна 15 кН. Какой будет его грузоподъемность при вылете стрелы 10 м?

**357\*.** Груз массой 20 кг перемещают равномерно по горизонтальной дороге, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить эту силу, если коэффициент трения 0,05.

**358\*.** Груз массой 100 кг равномерно перемещают по горизонтальной поверхности, прилагая силу. Найти значение этой силы, если она направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту: а) вверх; б) вниз. Коэффициент трения между грузом и поверхностью равен 0,03. В каком случае сила будет меньше?

**359\*.** На столе стоит цилиндр, высота  $H$  которого вдвое больше его диаметра  $D$ . Один край стола постепенно при-

поднимают. Что произойдет раньше: опрокидывание цилиндра или его соскальзывание? Коэффициент трения почвы  $\mu_0 = 0,6$ .

### Момент силы. Правило моментов



360. Момент какой силы больше относительно оси болта (рис. 57), если силы по модулю равны?

361. Болт подвешен на нити так, как показано на рисунке 58. Будут ли одинаковы массы частей болта, если болт распилить по линии касания нити?

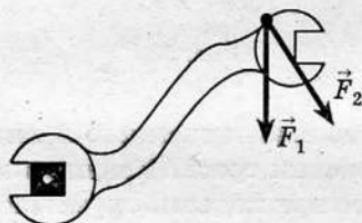


Рис. 57

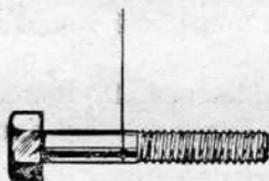


Рис. 58

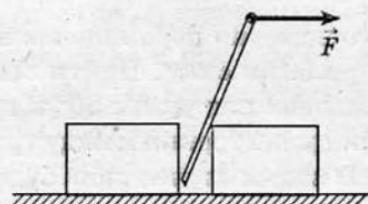


Рис. 59

362. Как, не пользуясь весами, определить массу линейки при помощи гири известной массы?

363. Изменится ли положение центра тяжести стержня, если стержень поднять? наклонить? согнуть в дугу? если изменить систему отсчета?

364\*. Чтобы сдвинуть с места рядом стоящие ящики, применили лом (рис. 59). Какой из ящиков раньше сдвинется с места, если ящики одинаковы? Ответ объяснить. Трение считать малым.

365\*. На столе плашмя лежит пластина. К противоположным ее краям приложены две равные антипараллельные силы («пара сил»). Чему равна их равнодействующая? Вызовут ли эти силы движение пластины?

**366\*.** У теплохода два двигателя. Как будет двигаться теплоход, если будет подана команда: «Правый двигатель — полный вперед, левый двигатель — полный назад!»? Силы тяги обоих двигателей по модулю одинаковы.



**367.** Сломайте тонкую щепку пополам, полученные кусочки снова сломайте на две части и т. д. Почему с каждым разом ломать становится труднее?



**368.** На обод колеса (рис. 60) действует сила  $F = 2$  Н. Найти момент этой силы относительно оси  $O$ , если радиус колеса  $|OA| = 0,5$  м. Как изменится момент, если силу увеличить в 2 раза, а плечо силы уменьшить в 2 раза? если силу увеличить в 3 раза, а плечо увеличить в 4 раза?

**369.** Длина горизонтально установленного рычага с грузами 2,5 и 4 Н на концах равна 52 см. Найти плечи сил тяжести грузов и силу давления рычага на точечную опору. Массу самого рычага не учитывать.

**370.** Какие грузы уравновешены на концах рычага, если плечи их 500 и 700 мм, а сила давления на точечную опору 78 Н?

**371.** При выполнении лабораторной работы к рычагу слева от точки опоры подвесили гири массами 100 и 10 г и справа — гири массами 20 и 50 г. Плечи соответственно равны 4,0, 6,2, 4,9 и 7,2 см. Будет ли рычаг в равновесии?

**372.** Груз массой 10 кг удерживается в равновесии на коленчатом рычаге силой  $\vec{F}$  (рис. 61). Найти модуль силы  $\vec{F}$ , если  $|OA| = 20$  см и  $|OB| = 50$  см.

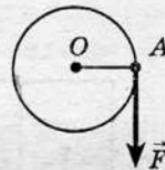


Рис. 60

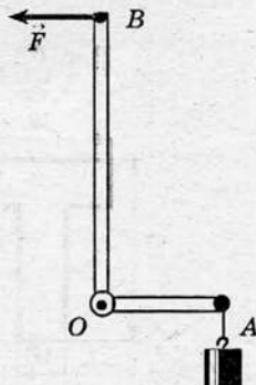


Рис. 61

373. Брускок массой 10 кг нужно опрокинуть через ребро  $O$  (рис. 62). Найти модуль необходимой для этого силы  $\vec{F}$ , если ширина бруска 50 см, а высота 75 см.

374. Стержень закреплен шарнирно в точке  $O$  (рис. 63). Сила  $\vec{F}$  вызывает его отклонение от вертикального положения на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Какова масса стержня, если  $F = 2,5$  Н?

375. Два куска проволоки длиной 10 см каждый скрепили так, что образовался каркас: а) в форме буквы «Т»; б) в форме буквы «Г». Найти положение центра тяжести каждого каркаса.

376. Найти положение центра тяжести каждой из однородных пластин, форма которых и размеры (в сантиметрах) показаны на рисунках 64, а, б.

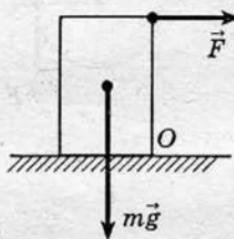


Рис. 62

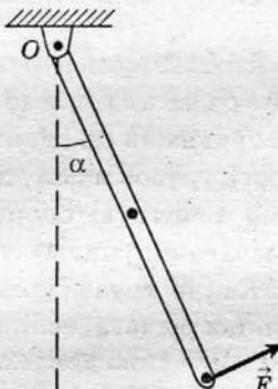
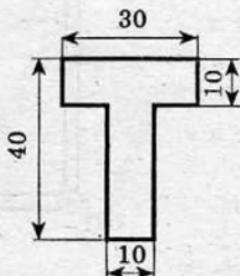
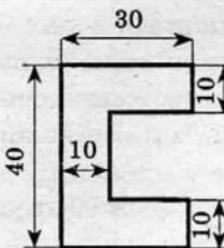


Рис. 63



а)



б)

Рис. 64

**377.** Два шара массой 3 и 5 кг прикреплены к концам стержня массой 2 кг. Найти центр тяжести системы, если радиус первого шара 5 см, второго 7 см, а длина стержня 30 см.

**378.** Масса Луны составляет 1,2% от массы Земли. Расстояние между их центрами 384 000 км. Где расположен центр масс системы «Земля — Луна»?

**379.** Два шара массой 100 и 200 г находятся на одной прямой, совпадающей с координатной осью  $OX$ . Координаты центров этих шаров равны 40 и 50 см. Определить координату центра масс системы.

**380.** Масса автомобиля 3,6 т. Его центр тяжести делит расстояние между осями колес на отрезки, находящиеся в отношении 1 : 3. Найти силу давления каждой колесной пары на дорогу.

**381.** Концы балки, длина которой 10 м и масса 10 т, лежат на двух опорах. На расстоянии 2 м от левого конца на балке лежит груз массой 5 т. Определить силы реакции опор.

**382.** Стержень  $AB$  длиной 1 м и массой 2 кг подведен горизонтально за концы на двух отвесных веревках. К стержню на расстоянии 0,25 м от левой веревки подведен груз 120 Н. Найти силы натяжения веревок.

**383.** В стену толщиной  $a = 50$  см заделана балка  $AB$  длиной 2,5 м (рис. 65). К концу  $B$  балки подведен груз массой 3 т. Пренебрегая весом балки, определить силы давления на стену, считая, что они приложены в точках  $A$  и  $D$  (балка немножко перекошена).

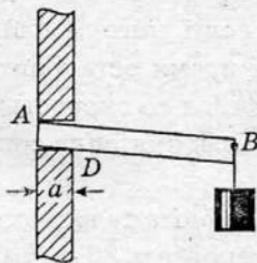


Рис. 65

### 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

#### 3.1. Закон сохранения импульса

##### Сила и импульс



384. Почему молотком можно разбить кирпич на ладони, не ощущая боли от удара?



385. Мяч массой 200 г летит со скоростью 5 м/с. Найти импульс мяча.

386. Пуля массой 10 г пробила стену, и при этом скорость пули уменьшилась от 800 до 300 м/с. Найти изменение импульса пули.

387. Шарик массой 100 г движется с постоянной скоростью 1,5 м/с, после чего движется обратно с той же скоростью по модулю. Определить изменение импульса шарика.

388. Тело массой 1 кг движется равномерно по окружности со скоростью 2 м/с. Определить изменение импульса тела после того, как оно пройдет четверть окружности.

389. Молоток, двигаясь со скоростью 5 м/с, ударяет по небольшому гвоздю. Масса молотка 0,8 кг. Какова средняя сила удара, если его продолжительность 0,1 с?

390. Молот массой 10 кг свободно падает на наковальню с высоты 1,25 м. Средняя сила удара 5 кН. Какова длительность удара?

391. Самолет летит со скоростью 900 км/ч. На пути самолета оказалась птица массой 2 кг. Определить силу удара птицы о самолет, если длительность удара 0,001 с.

392. Через какое время остановится автомобиль массой 1000 кг, движущийся со скоростью 72 км/ч, если выключить двигатель? Средняя сила сопротивления движению 0,2 кН.

393. Свободно падающее тело массой 100 г, пройдя некоторый путь, имело скорость 80 м/с. Определить импульс силы, сообщившей телу эту скорость.

**394.** Из орудия вылетает снаряд массой 10 кг. Средняя сила давления пороховых газов 1,2 МН, а время движения снаряда внутри ствола 0,005 с. Какова скорость снаряда при вылете из орудия?

### Закон сохранения импульса



**395.** Как космонавту, находящемуся в открытом космосе, вернуться на космический корабль без посторонней помощи?

**396.** В неподвижной лодке на ее носу и корме сидят два одинаковых по массе человека. Сдвинется ли лодка с места и в каком направлении: а) если человек с кормы перейдет на нос лодки; б) если оба человека, одновременно пройдя по лодке, поменяются местами?

**397.** В движущийся вагон с песком попадает встречный снаряд и, не разорвавшись, застревает в песке. В каком случае в результате такого попадания вагон лишь уменьшил скорость, сохранив прежнее направление движения? остановится? откатится назад?



**398.** Человек, стоящий на неподвижном плоту массой 5000 кг, пошел со скоростью 5 м/с относительно плота. Масса человека 100 кг. С какой скоростью начал двигаться плот по поверхности воды?

**399.** Человек массой 70 кг находится на корме лодки, длина которой 5 м и масса 280 кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние лодка передвинется относительно поверхности воды?

**400.** Вагон массой 25 т движется со скоростью 2 м/с и сталкивается с неподвижной платформой массой 15 т. Какова скорость совместного движения вагона и платформы после того, как сработает автосцепка?

**401.** Ледокол массой 6000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 8 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшилась при этом до 3,0 м/с. Определить массу льдины.

**402.** Неупругий шар движется со скоростью  $v$  и сталкивается с таким же по массе неупругим шаром. Какова будет скорость их совместного движения, если второй шар перед столкновением: а) был неподвижен; б) двигался на встречу с такой же по модулю скоростью, что и первый; в) двигался в том же направлении, что и первый шар, но в 2 раза медленнее?

**403.** Плот массой 100 кг плывет вдоль пологого берега со скоростью 1 м/с. Мальчик массой 50 кг прыгает с берега на плот со скоростью 2 м/с так, что векторы скоростей плота и мальчика составляют прямой угол. Определить скорость плота с мальчиком.

### Реактивное движение



**404.** Из винтовки массой 3 кг производят выстрел пулей массой 10 г. Скорость пули 600 м/с. С какой скоростью и в каком направлении стала двигаться винтовка после выстрела?

**405.** Какую скорость относительно воды получит неподвижная лодка, масса которой с грузом 200 кг, если находящийся в лодке человек выстрелит вдоль лодки в сторону кормы? Масса пули 10 г, а ее начальная скорость 800 м/с.

**406.** Какую скорость относительно ракетницы приобретает ракета массой 600 г, если газы массой 15 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с?

**407.** Какую скорость приобретет ракета относительно Земли, если масса мгновенно выброшенных газов составит 0,05 от массы неподвижной ракеты, а их скорость равна 1 км/с?

**408.** В ракете общей массой 600 г содержится 50 г взрывчатого вещества. На какую высоту поднимется ракета, если мгновенный выход газов произойдет со скоростью 550 м/с? Из-за сопротивления воздуха высота подъема уменьшается в 4 раза.

**409.** Гидрореактивный (водометный) катер всасывает и выбрасывает  $0,50 \text{ м}^3$  забортной воды в 1 с. Скорость выбрасываемой воды 25 м/с. Найти реактивную силу.

**410.** От двухступенчатой ракеты (рис. 66) общей массой 4000 кг в момент достижения ею скорости 570 м/с отделилась ее вторая ступень массой 1600 кг, скорость которой при этом увеличилась до 585 м/с. Найти, с какой скоростью стала двигаться первая ступень ракеты. Скорости указаны относительно наблюдателя, находящегося на Земле.

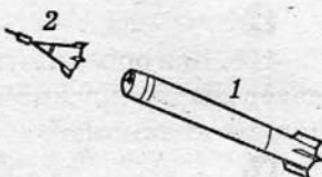


Рис. 66

### 3.2. Механическая работа и энергия

?

**411.** Будет ли полезная механическая работа отлична от нуля, если подъемный кран: а) поднимет с земли груз; б) будет держать груз некоторое время на весу в покое; в) поднимет груз с земли и сразу опустит на землю; г) пронесет груз в горизонтальном направлении на некоторое расстояние?

**412.** Груз поднимают с помощью блока на некоторую высоту: а) равномерно, б) равноускоренно. Одинаковая ли работа совершается при этом?

**413.** Известно, что двигатель трамвайного вагона при отходе от остановки производит в несколько раз больше механической работы, чем при движении на участке пути такой же длины с установленнойся скоростью. Почему?

**414.** Почему стеклянный стакан, упав на пол, разбивается, но остается целым при падении на подушку?

**415.** Почему дальность полета артиллерийского снаряда зависит от длины ствола орудия?

**416.** У какого из грузовиков — груженого или порожнего — больше тормозной путь при одной и той же скорости движения? Коэффициент трения одинаков; сопротивление воздуха не учитывать.

**417.** С ледяной горки скатываются два мальчика разной массы на одинаковых санках. Одинаковый ли путь пройдет каждый из них по горизонтальному участку до остановки? Сопротивление воздуха не учитывать.



**418.** Как определить, какой кинетической энергией обладает снаряд пружинного пистолета в момент выстрела? (Даются динамометр и линейка.)



**419.** Определить работу силы при равномерном поднятии груза массой 2 т на высоту 50 см.

**420.** Гвоздик массой 100 мг подняли с пола на стол, высота которого 75 см. Определить совершенную работу.

**421.** Кран поднимает груз 20 кН. Найти совершенную работу за первые 5 с, если скорость поднятия 30 м/мин.

**422.** На графике (рис. 67) сила тяги  $F$  тепловоза представлена как функция расстояния. Определить работу тепловоза на пути 1,5 км.

**423.** На графике (рис. 68) показано значение силы тяги трактора как функции расстояния. Определить работу трактора на пути 50 м.

**424.** Груз перемещают равномерно по горизонтальной поверхности, прилагая силу 300 Н под углом  $45^\circ$  к горизонту. Найти работу, совершенную при перемещении груза на расстояние 10 м.

**425.** Какую работу нужно совершить при равномерном поднятии груза 500 кг до верхнего края наклонной плоскости длиной 4 м, если угол ее наклона к горизонту  $30^\circ$ ? Трение не учитывать.

**426.** С баржи по сходне длиной 5 м равномерно спускают груз. Тормозной трос направлен под углом  $150^\circ$  к на-

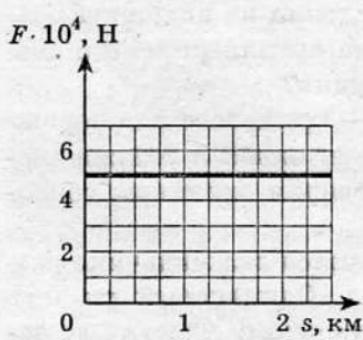


Рис. 67

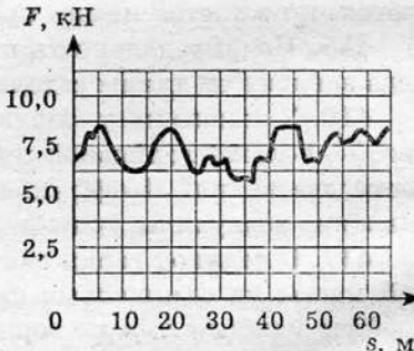


Рис. 68

правлению движения груза. Определить работу тормозящей силы, равной 1 кН.

427. Под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3 и 4 Н тело равномерно переместилось на 20 м по направлению равнодействующей. Найти работу каждой силы в отдельности и их совместную работу.

428. Какая работа будет совершена, если силой 2 Н поднять груз, вес которого в покое 1 Н, на высоту 3 м?

429. Груз массой 50 кг поднимают вверх с ускорением 1,25 м/с<sup>2</sup>. Найти произведенную работу на участке пути 10 м.

430. Лифт массой 10 т поднимается с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Определить работу по поднятию лифта за первые 4 с движения.

431. При вертикальном подъеме груза весом 100 Н на участке пути 2 м была совершена работа 0,23 кДж. С каким ускорением поднимался груз?

432. Какую работу придется совершить, чтобы тело массой 20 г переместить по горизонтали из состояния покоя равноускоренно на 45 м за 3 с? Трение не учитывать.

433. Какую работу нужно совершить, чтобы скорость вагона массой 60 т увеличить с 2 до 60 м/с?

434. Вагонетка канатной подвесной дороги массой 10 т поднимается с ускорением 0,4 м/с<sup>2</sup> под углом 30° к горизонту. Определить работу по подъему вагонетки за первые 5 с движения.

435. Футбольный мяч массой 800 г летит со скоростью 5 м/с и ударяется о штангу ворот. Какова была кинетическая энергия мяча? Решить задачу также в системе координат, связанной с вратарем, бежавшим навстречу мячу со скоростью 5 м/с.

436. Тело массой 2 кг свободно падает в течение 6 с. Определить кинетическую энергию тела в конце падения.

437. Тело массой 500 гброшено в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Найти кинетическую энергию тела в конце второй секунды движения.

438. Шарик массой 100 г движется равномерно по окружности радиусом 50 см с частотой 120 об/мин. Вычислить кинетическую энергию шарика.

439. Какой кинетической энергией обладает пуля массой 20 г при скорости 900 м/с? С какой скоростью должен

двигаться автомобиль массой 7,2 т, чтобы обладать такой же кинетической энергией?

440. Какой будет скорость космической ракеты, если для достижения этой скорости реактивный двигатель совершают  $7,2 \cdot 10^7$  Дж работы на каждый килограмм массы ракеты?

441. Молотком массой 0,4 кг вбивают небольшой гвоздь. Скорость молотка при ударе 2 м/с. Определить среднюю силу сопротивления, если за один удар гвоздь вошел в доску на глубину 50 мм.

442. Вагон, масса которого 20 т, идет со скоростью 18 км/ч. Какой должна быть сила торможения, чтобы тормозной путь был 250 м?

443. Какое расстояние пройдет автомобиль, идущий со скоростью 36 км/ч, после выключения двигателя? Коэффициент трения 0,05.

444. Самолет садится на аэродром со скоростью 90 км/ч и пробегает по посадочной полосе 100 м. Найти коэффициент сопротивления.

445. Пуля массой 20 г, выпущенная вертикально вверх, возвратилась на землю через 20 с. Определить работу пороховых газов в стволе ружья.

446. Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с, упало на землю со скоростью 10 м/с. Чему равна работа по преодолению сопротивления воздуха?

447. Снаряд массой 12 кг вылетел из орудия с начальной скоростью 600 м/с, а к моменту попадания в цель его скорость уменьшилась до 500 м/с. Какова работа сил сопротивления воздуха, совершенная над снарядом в процессе его полета до цели?

448. При выстреле из орудия снаряд получает кинетическую энергию 1,8 МДж. Масса снаряда 10 кг, масса ствола орудия 600 кг. Какую кинетическую энергию получает ствол орудия «при отдаче»?

449. Какими должны быть масса и начальная скорость пули, чтобы ее импульс равнялся  $8 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{s}^{-1}$ , а кинетическая энергия 3,2 кДж?

**450\*.** Автомобиль массой 8 т движется со скоростью 36 км/ч. Определить тормозной путь на подъеме и на спуске, если крутизна уклона  $\operatorname{tg} \alpha = 0,07$ ? Силу сопротивления во всех трех случаях считать равной 25 кН.

**451\*.** Груз массой 10 кг тянут равномерно по горизонтальной поверхности, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения равен 0,3. Найти работу этой силы при прохождении телом расстояния 5 м.

**452\*.** Скорость тела массой 10 кг увеличили: а) от 10 до 20 м/с; б) от 20 до 30 м/с. Вычислить работу в обоих случаях. Результаты вычислений сопоставить и объяснить.

### 3.3. Работа и потенциальная энергия в поле тяжести



**453.** Высота комнаты 3 м, высота стола 0,75 м. На столе стоит гиря массой 2 кг. Какова потенциальная энергия гири относительно стола? пола? потолка? Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**454.** На какую высоту нужно поднять груз массой 5 кг, чтобы его потенциальная энергия увеличилась на 40 Дж? На сколько надо опустить этот груз, чтобы его потенциальная энергия уменьшилась на 100 Дж? Какова работа силы тяжести в обоих случаях?

**455.** Шаровой копер (рис. 69) массой 1000 кг, висящий на тросе длиной 8,0 м, отведен в сторону на расстояние 2 м. На сколько увеличилась потенциальная энергия копра относительно земли?

**456.** При равномерном подъеме груза, подвешенного к одному концу рычага, на другой, свободный, конец действуют силой 4 Н. На сколько опустится свободный конец рычага, если потенциальная энергия груза в результате его подъема увеличилась на 1,2 Дж?

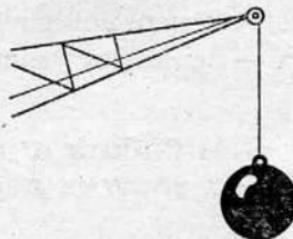


Рис. 69

**457.** Груз поднимают по наклонной плоскости длиной 3 м равномерно до ее верхнего края, действуя на него силой, направленной параллельно плоскости. Какая работа была при этом совершена, если потенциальная энергия груза увеличилась на 450 Дж? Какую силу прикладывали к грузу? Трением пренебречь.

**458.** Камень массой 0,2 кг падает с высоты 5 м, вдавливается в мягкий грунт на 5 см. Чему равна средняя сила сопротивления грунта?

**459.** Молот массой 100 кг свободно падает на поковку с высоты 80 см. Определить глубину вмятины на поковке, если средняя сила сопротивления сжатию равна 80 кН.



**460.** Три одинаковых груза подняты на одну и ту же высоту. Траектория движения грузов показана на рисунке 70. Сравнить изменения потенциальной энергии грузов и значения работы, совершенной при их подъеме.

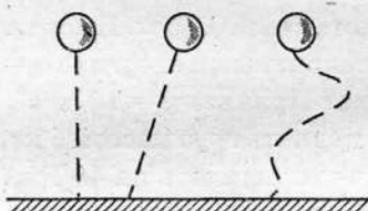


Рис. 70

**461.** Для чего подъем на крутые горы делается зигзагами (по серпантину)?

**462.** Разновидностью какого простого механизма является винт?

**463\*.** При подъеме воздушного шара потенциальная энергия системы «шар — воздух — Земля» не увеличивается, а уменьшается. Почему?

### 3.4. Работа и потенциальная энергия при упругих деформациях



**464.** Определить потенциальную энергию пружины, сжатой на 30 мм силой 2600 Н.

**465.** Коэффициент жесткости резинового шнура 1 кН/м. Определить потенциальную энергию шнура, когда его упругое удлинение составляет 6 см.

**466.** Резиновый шнур длиной 1 м под действием груза весом 10 Н удлинился на 10 см. Найти работу силы упругости.

**467.** Ученик растянул пружину на какую-то длину. В этом положении пружину перехватил другой ученик и растянул ее еще на столько же. Во сколько раз работа, совершенная вторым учеником, больше?

**468.** Пружину растягивают на 2 см, а затем еще на 1 см. Изобразить произведенные работы графически на координатной плоскости  $x$ ,  $F$ . В каком случае совершаются большие работы?

**469\*.** При упругом удлинении спиральной пружины на 10 см возникает сила упругости 150 Н. Начертить график зависимости силы упругости от удлинения пружины. По графику определить работу, совершаемую силой упругости при удлинении пружины на 8,5 см.

### 3.5. Закон сохранения полной механической энергии



**470.** Тело массой 1 кг брошено вертикально вверх с начальной скоростью 50 м/с. Начертить на координатной плоскости график изменения со временем кинетической, потенциальной и полной механической энергии тела.

**471.** Падение молота массой 5 кг продолжалось 0,5 с. Определить потенциальную энергию молота относительно наковальни в начале падения и кинетическую энергию в конце падения. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**472.** Тело находится у верхнего края наклонной плоскости  $ABC$  (рис. 71). Один раз ему дают скользнуть по наклонной плоскости из точки  $B$  в точку  $A$ . Другой раз его сдвигают с наклонной плоскости, и оно падает вниз до точки  $C$ . Однаковыми ли будут скорости тела в обоих случаях к концу движения (в точках  $A$  и  $C$ )? Трением пренебречь.

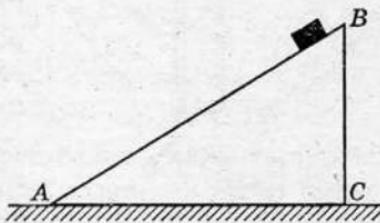


Рис. 71

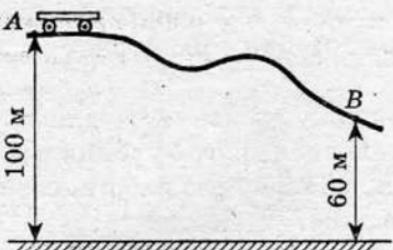


Рис. 72

го брошен? Удар абсолютно упругий.

475. Мяч брошен под углом к горизонту со скоростью 20 м/с. Найти скорость мяча на высоте 10 м.

476. Камень брошен с высоты 2 м под некоторым углом к горизонту с начальной скоростью 6 м/с. Найти скорость камня в момент падения на землю.

477. Шарик скользит по наклонному желобу, переходящему в вертикальную петлю с радиусом 1 м. С какой высоты шарик должен начать движение, чтобы не оторваться от желоба в верхней точке петли?



478. Земля обращается вокруг Солнца по эллипсу. В связи с этим расстояние между ними изменяется. Изменяется и потенциальная энергия системы. В какой вид энергии она при этом преобразуется?

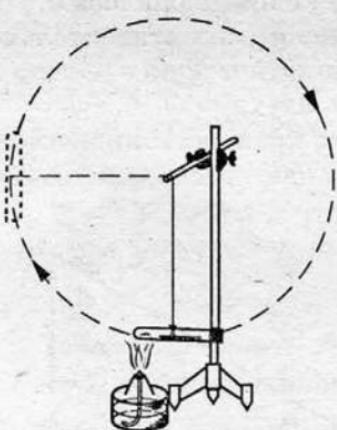


Рис. 73

473. Тележка движется из состояния покоя по рельсовой дороге с вертикальным профилем, показанным на рисунке 72. Какова скорость тележки в точке B?

474. С какой скоростью нужно бросить мяч вниз, чтобы он подпрыгнул на 5 м выше того уровня, с которого



479\*. Построить график зависимости от времени кинетической, потенциальной и полной механической энергии тела массой 1 кг, брошенного вертикально вверх с начальной скоростью 9,8 м/с. График начертить для промежутка времени  $0 \leq t \leq 2$  с.

480\*. Пробирка с каплей эфира закреплена на тонком стержне длиной 1 м (рис. 73). С какой наименьшей скоро-

стью должна вылететь пробка после подогревания эфира, чтобы пробирка могла сделать полный оборот в вертикальной плоскости? Масса пробирки 100 г, масса пробки 20 г.

### 3.6. Работа сил трения и механическая энергия. КПД



481. При перемещении груза массой 10 т по горизонтальной поверхности силой трения произведена работа  $-49$  Дж. На какое расстояние был перемещен груз, если коэффициент трения равен 0,5?

482. Путь, пройденный автомобилем после выключения двигателя, равен 200 м. Найти работу силы сопротивления при торможении автомобиля, если его масса 1,5 т, а коэффициент сопротивления равен 0,02.

483. Найти работу, которую нужно совершить, чтобы поднять на высоту 5 м груз массой 2 т, двигая его по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $30^\circ$ . Коэффициент трения равен 0,5.

484. Поезд, масса которого 4000 т, трогается с места и движется с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$  в течение 1,5 мин. Найти работу локомотива при разгоне, если коэффициент сопротивления 0,05.

485. С горки, профиль которой показан на рисунке 74, скользит с трением, не отрываясь от поверхности, тело массой  $m$ . В конце горки тело останавливается. Какую работу нужно совершить, чтобы втащить тело обратно на горку по тому же пути?

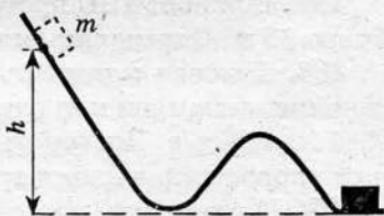


Рис. 74

486. Груз весом 100 Н находится на конце короткого плеча рычага длиной 16 см. Для поднятия этого груза к длинному плечу рычага длиной 80 см была приложена сила 25 Н. Определить КПД рычага.

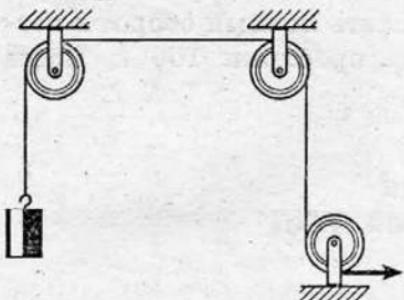


Рис. 75

**487.** По наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  перемещают равномерно вверх груз  $P$ . Коэффициент трения 0,4. Каков КПД наклонной плоскости?

**488.** По наклонному помосту длиной 8 м и высотой 1,6 м поднимают груз массой 225 кг. Коэффициент трения 0,1. Найти полезную работу, полную работу и КПД.

**489.** Определить КПД модели подъемной установки (рис. 75), если КПД каждого блока 0,9. Сколько энергии расходуется на преодоление трения в блоках при подъеме груза массой 1 кг на высоту 1,0 м?

**490.** Мощный экскаватор поднимает ковш массой 20 т с грузом грунта массой 25 т со дна карьера на высоту 75 м. Вычислить полную работу, полезную работу и КПД.

### 3.7. Мощность

**491.** Первый электродвигатель, построенный академиком Б. С. Якоби в 1834 г., равномерно поднимал (с помощью блока и нити) груз 5 кг на высоту 0,6 м за 2 с. Определить мощность этого двигателя.

**492.** В районе ГЭС протекает  $9 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  воды в 1 с при напоре 26 м. Определить мощность потока.

**493.** Тяговая мощность трактора 50 кВт. Вычислить значения силы тяги при следующих скоростях движения: 0,5, 1, 2, 2,5 м/с. Построить график зависимости силы тяги от скорости движения трактора.

**494.** Автомобиль массой 1,5 т движется с постоянной скоростью 27 км/ч. Сила сопротивления составляет 0,02 веса тела. Какую полезную мощность развивает двигатель и какую работу он совершает на каждом километре пути?

**495.** При движении автомобиля массой 2000 кг со скоростью 60 км/ч двигатель развивает полезную мощность 120 кВт. Каким может быть при этой скорости максимальное возможное ускорение автомобиля?

**496.** Угол между буксирным тросом и направлением перемещения буксира  $12^\circ$  (рис. 76). Определить развиваемую буксиром полезную мощность, если сила тяги  $60 \text{ кН}$ , а скорость буксира  $14,4 \text{ км/ч}$ .

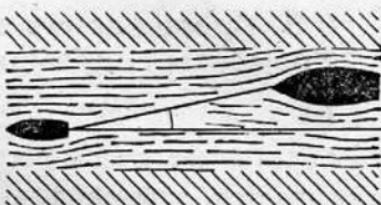


Рис. 76

**497.** Вода из Дона подается насосами в канал Волга — Дон на высоту  $44 \text{ м}$ . Найти механическую мощность электродвигателя каждого насоса, если производительность насоса  $45 \text{ м}^3$  воды в  $1 \text{ с}$ , а КПД  $0,9$ .

**498.** Двигатель экскаватора работает: а) при заборе грунта  $4 \text{ с}$  с мощностью  $60 \text{ кВт}$ ; б) при подъеме ковша  $3 \text{ с}$  с мощностью  $30 \text{ кВт}$ ; в) при повороте стрелы  $3 \text{ с}$  с мощностью  $10 \text{ кВт}$ . Построить график мощности как функцию времени и по графику найти работу двигателя за один цикл.

**499.** Полезная мощность пескоструйного аппарата  $0,036 \text{ Вт}$ . Определить расход песка в  $1 \text{ с}$ , если струя песка выбрасывается со скоростью  $1 \text{ м/с}$ .

**500.** Вращение от вала электродвигателя к станку передается при помощи пары цилиндрических шестерен (КПД передачи  $\eta_1 = 0,96$ ), пары конических шестерен (КПД передачи  $\eta_2 = 0,93$ ) и ременной передачи (с коэффициентом полезного действия  $\eta_3 = 0,92$ ). Определить механическую мощность двигателя, если мощность, потребляемая станком, равна  $14,7 \text{ кВт}$ .

**501.** Какую среднюю мощность развивает при взлете двигатель самолета, если он отрывается от земли со скоростью  $360 \text{ км/ч}$ ? Масса самолета  $170 \text{ т}$ , средняя сила сопротивления движению составляет  $0,05$  от силы тяжести. Длина разбега при взлете  $3000 \text{ м}$ .

**502\*.** Тепловоз мощностью  $1500 \text{ кВт}$  ведет на подъеме поезд массой  $2500 \text{ т}$ . Какой максимальный подъем он может преодолеть при скорости  $36 \text{ км/ч}$ , если коэффициент сопротивления  $0,005$ ?

**503\*.** Во сколько раз нужно увеличить мощность двигателя самолета, чтобы увеличить его скорость в  $2$  раза (при достаточно больших скоростях)?

### **3.8. Превращения энергии. Элементы гидромеханики**



**504.** Почему дверь, поставленная наклонно, либо сама открывается, либо сама закрывается? За счет какой энергии совершается эта работа? Не возникает ли здесь энергия из ничего?

**505.** Вязанку дров подняли на второй этаж здания и сожгли в печи. Исчезла ли потенциальная энергия вязанки?

**506.** На завод часов затрачивается 1 мин. После этого часы работают сутки. Не нарушается ли в этом случае закон сохранения и превращения энергии?

**507.** При стрельбе из лука потенциальная энергия натянутой тетивы переходит в кинетическую энергию стрелы. Не нарушается ли в этом случае закон сохранения и превращения энергии?

**508.** Вдоль улицы Мира дует ветер. Почему в боковых улицах тоже возникает ветер? В каком направлении?

**509.** Что произойдет, если под одну из чашек уравновешенных весов направить горизонтальную струю воздуха?

**510\*.** Почему нагруженный самолет летит медленнее ненагруженного?



**511.** В гидравлическом прессе площадь малого поршня  $2 \text{ см}^2$ , а большого  $500 \text{ см}^2$ . С какой скоростью будет подниматься большой поршень, если малый опускать со скоростью  $25 \text{ см}/\text{с}$ ?

**512.** В полете давление воздуха под крылом самолета  $97,8 \text{ кПа}$ , а над крылом  $96,8 \text{ кПа}$ . Площадь крыльев  $20 \text{ м}^2$ . Определить подъемную силу, если угол атаки  $0^\circ$ .

**513.** Определить подъемную силу и лобовое сопротивление самолета, имеющего крылья площадью  $20 \text{ м}^2$ , если давление воздуха под крылом  $9,8 \text{ Н}/\text{см}^2$ , над крылом  $9,7 \text{ Н}/\text{см}^2$  и лобовое сопротивление в 20 раз меньше подъемной силы.

## 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### 4.1. Механические колебания



514. В какой точке при колебаниях математического маятника имеет наибольшее значение сила, возвращающая маятник в положение равновесия? сила упругости нити?

515. Чем отличаются колебательные движения, графики которых представлены на рисунке 77?

516. Изменится ли период колебаний качелей, если: а) на них вместо одного человека сядут два человека; б) человек качается сначала сидя, а затем стоя?

517. К штативу подвешен шарик на нити. Как надо изменить длину маятника, чтобы частота увеличилась вдвое?



518. Маятник массой 0,025 кг отклонен от положения равновесия. При этом сила упругости нити равна 0,2 Н. Найти силу, возвращающую маятник в положение равновесия.

519. Маятник массой 102 г отклоняется от положения равновесия на углы 10, 20 и 30°. Найти для каждого случая силу, возвращающую маятник в положение равновесия, и силу упругости нити.

520. За 24 с первый маятник совершил 12 колебаний, а второй 16 колебаний. Каковы период и частота колебаний каждого из маятников?

521. Маятник совершает колебания первый раз с периодом 2 с, а второй раз — с частотой 10 Гц. Определить циклическую частоту колебаний для каждого случая.

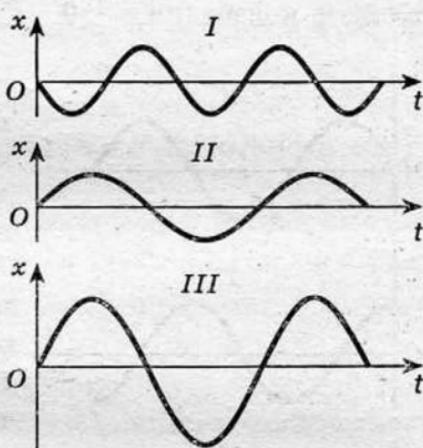


Рис. 77

**522.** Точка совершает колебания, заданные уравнением  $x = x_m \cos(2\pi t/T + \phi)$ . Что в этом уравнении представляет собой фазу колебаний? Является ли фаза колебаний величиной постоянной или переменной? размерной или безразмерной? Изменится ли данное значение фазы, если время выражать не в секундах, а в минутах?

**523.** Построить график зависимости смещения от времени груза, колеблющегося по синусоидальному закону. Амплитуда колебания  $x_m = 10$  см, период  $T = 2$  с, начальная фаза колебания  $\phi = 0$ .

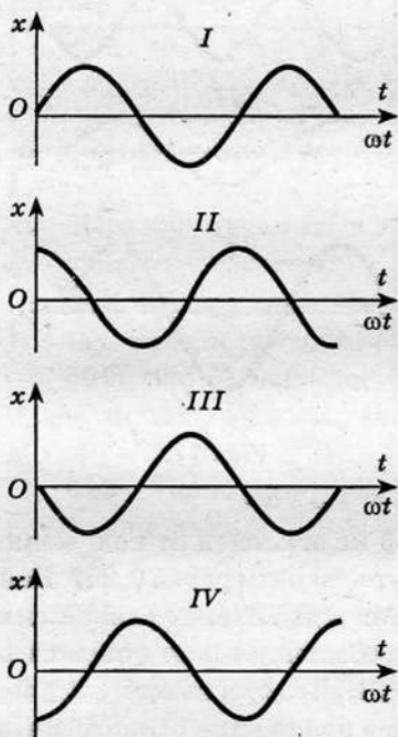


Рис. 78

после начала колебаний, если циклическая частота колебаний  $10 \text{ c}^{-1}$ ? период колебаний  $0,2$  с? частота колебаний  $15$  Гц? Начальная фаза колебаний равна нулю.

**528.** Определить смещение точки в гармоническом колебании спустя  $0,25$  периода после начала колебаний и

**524.** По графикам зависимости смещения от времени (рис. 78) записать закон гармонического колебательного движения каждого тела, если  $x_m = 5$  см,  $f = 10$  Гц.

**525.** Каковы амплитуда и частота колебаний, заданных уравнением  $x = \cos 628t$ ? Координата выражена в сантиметрах, а время — в секундах.

**526.** Написать уравнения гармонических колебаний, если в 1 мин совершается 180 колебаний с амплитудой 7 см, а начальные фазы колебаний соответственно равны:  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ .

**527.** В какой фазе находится гармонически колеблющаяся точка спустя  $0,1$  с

спустя 0,6 периода после начала колебаний. Начальная фаза равна  $\pi/2$ .

529. Точка колеблется гармонически с амплитудой 4 см. Какова координата точки, соответствующая фазе  $0,2\pi$ , если начальная фаза равна  $\pi/2$ ?

530. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой 12 см и периодом 0,25 с. Найти максимальные значения скорости и ускорения.

531. Из уравнения движения точки  $x = 2 \sin \left( \frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4} \right)$  найти период колебания, амплитуды скорости и ускорения. Смещение выражается в сантиметрах.

532. Из уравнения движения точки  $x = \sin(\pi t/6)$  определить, в какие моменты времени достигаются амплитудные значения скорости и ускорения.

533. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой  $x_m = 10$  см, частотой  $f = 20$  Гц и начальной фазой  $\pi/2$ . Определить скорость и ускорение точки в моменты времени  $t = \frac{1}{120}$  с,  $t = \frac{1}{80}$  с и  $t = \frac{1}{40}$  с.

534. Каков период колебаний груза массой 0,1 кг, подвешенного к пружине с коэффициентом жесткости 10 Н/м?

535. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 5 кг совершает 45 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.

536. К динаметру подведен груз; указатель опустился на 2,5 см. После этого груз оттягивают немного вниз и отпускают. Возникают колебания около положения равновесия. Какова частота колебаний?

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

538. Длина маятника Фуко, который был ранее установлен в Исаакиевском соборе в Санкт-Петербурге, 98 м. Найти период и частоту колебаний маятника.

539. Периоды колебаний двух математических маятников относятся как 3 : 2. Во сколько раз первый маятник длиннее второго?

**540.** Маятник на Земле имеет период колебаний 1 с. Каким будет период его колебаний на Луне ( $g_0 = 1,6 \text{ м/с}^2$ )?

**541.** Маятник длиной 150 см совершают за 300 с 125 колебаний. Чему равно ускорение свободного падения?

**542.** Маятник длиной  $(139,5 \pm 0,5)$  см за время  $(69,0 \pm 0,2)$  с совершает 29 (точно) колебаний. Определить ускорение свободного падения в месте наблюдения.

**543.** Период колебаний маятника на Земле равен 1 с. Как изменится период колебаний этого маятника, если он будет находиться в ракете, опускающейся равноускоренно вертикально вниз на Землю с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ ?

**544.** Маятник — стальной шарик на нити — массой 5 г имеет период колебаний 1 с. Когда под шариком поместили магнит, то период уменьшился до 0,8 с. Определить силу притяжения шарика к магниту.

**545.** Масса колеблющейся частицы 10 мг, частота колебаний 500 Гц, амплитуда 2 мм. Определить: а) кинетическую энергию при прохождении положения равновесия; б) потенциальную энергию при смещении, равном амплитуде; в) полную энергию частицы.

**546.** Гиря, подвешенная к пружине, колеблется по вертикали с амплитудой 4 см. Определить полную энергию колебаний гири, если коэффициент жесткости пружины равен 1 кН/м.

**547.** Маятник массой 10 г и длиной 100 см отклонен от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпущен. Найти потенциальную энергию маятника в начале движения и кинетическую в отвесном положении.

**548.** На нити длиной  $l$  подведен шарик. Какую наименьшую горизонтальную скорость  $v$  надо сообщить шарику, чтобы он отклонился до высоты точки подвеса?

**549.** Фреза на станке делает 420 об/мин. Число зубьев на фрезе 50. Какова частота вынужденных колебаний, возникающих при работе станка?

**550.** Вал электрической швейной машины делает 920 об/мин. За один оборот вала игла совершает одно вынужденное колебание. Определить период колебаний иглы.

551. Почему при некоторой скорости движения автобуса оконные стекла в нем начинают дребезжать (вibrировать)?

552. Период собственных вертикальных колебаний железнодорожного вагона 1,25 с. На стыках рельсов вагон получает периодические удары, которые служат причиной вынужденных колебаний вагона. При какой скорости поезда возникает резонанс и пассажиры будут ощущать сильное вертикальное раскачивание вагона? Длина каждого рельса между стыками 25 м.

553. На рисунке 79 дана резонансная кривая для балки, на которой укреплен электродвигатель. При какой частоте вращения ротора будут наблюдаться сильные колебания балки?

554\*. Математический маятник длиной 1 м установлен в лифте. Найти период колебаний маятника, если лифт движется с ускорением  $4 \text{ м/с}^2$ , направленным: а) вертикально вверх; б) вертикально вниз.

555\*. В покоящейся ракете маятник колебается с периодом 1 с. При движении ракеты вертикально вверх период колебания уменьшился вдвое. Определить ускорение ракеты.

556\*. Шарик на нити отклонили от положения равновесия на угол  $30^\circ$  и отпустили. При прохождении положения равновесия нить серединой зацепилась за гвоздь. Найти максимальный угол отклонения шарика на укороченной нити.

557\*. Часы с маятником, длина которого 100 см, отстают в течение суток на 1 ч. На сколько нужно укоротить маятник, чтобы он верно отбивал секунды?

558\*. В часах длина стального маятника рассчитана для температуры  $0^\circ\text{C}$ . На сколько отстанут часы за сутки при температуре воздуха  $30^\circ\text{C}$ ?

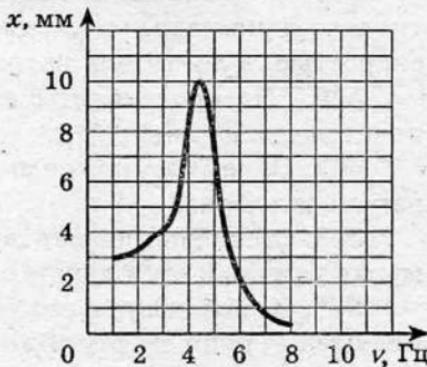


Рис. 79



559. Толкните вниз одну из чашек уравновешенных лабораторных рычажных весов. Что вы будете наблюдать? Однаковы ли амплитуда, частота и фаза колебаний чашек? Как изменяется энергия колебания чашек? При каком положении чашек их кинетическая энергия будет максимальна, а потенциальная энергия минимальна? Почему? Считать, что трения в системе нет.

560. Шарик, подвешенный на нити, отведите в сторону так, чтобы потом при прохождении положения равновесия скорость шарика равнялась 2 м/с. Найдите высоту, на которую необходимо отклонить этот шарик. (Дается линейка.)

561. Рассчитайте и изготовьте секундный маятник (грузик на нити), т. е. с полупериодом в одну секунду. Почему маятники в часах имеют другую длину?

562\*. Составьте эскизный проект электрического секундометра или метронома с применением маятника. По лучшему проекту попытайтесь изготовить прибор.

## 4.2. Механические волны. Звук



563. В реку брошен камень. Какой будет образовавшаяся волна: круглой или вытянутой течением?

564. Продольными или поперечными являются волны, возбуждаемые смычком в струне? в воздухе?

565. Слышит ли военный летчик звук работы реактивного двигателя, если самолет летит со сверхзвуковой скоростью, а двигатель находится позади пилота?

566. Что происходит с энергией звука, когда он становится неслышимым?

567. Почему камертон звучит громче, если одна из его ветвей отломана?

568. Стекло поглощает звук меньше, чем воздух. Почему же уличный шум лучше слышен при открытых окнах?

569. Чтобы нас услышали, мы кричим и при этом прикладываем руки ко рту. Для чего мы так делаем?

570. Если духовой оркестр заходит, удаляясь, за угол улицы, то через некоторое время слышна игра лишь басо-

вых труб и барабана. Почему при этом не слышны звуки флейт, кларнетов?

571. Если в театре стать за колонной, то артиста не видно, а голос его слышен. Почему?



572. Послушайте, как звонит будильник в комнате и на открытом воздухе. Разницу в звучании объясните.

573. Постучите двумя камешками друг о друга в воздухе и в сосуде с водой. Однаково ли громко слышно? Результат опыта объясните.



574. На рисунке 80 дана «моментальная фотография» смещения  $x$  частиц среды, в которой распространяется упругая поперечная волна вдоль оси  $s$ . Каковы фазы колебаний точек  $A, B, C, D, E$  в данный момент? Колебания происходят по синусоидальному закону.

575. По графику колебаний вибратора (рис. 81) определить период, частоту и длину распространяемой от него волны. Скорость распространения волны 20 м/с.

576. По фотоснимку волны (см. рис. 80) построить график колебательного движения точки  $C$ , находящейся на расстоянии  $\lambda/2$  от вибратора. Скорость распространения волны 1 м/с.

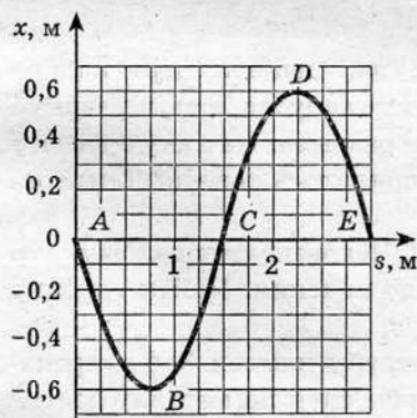


Рис. 80

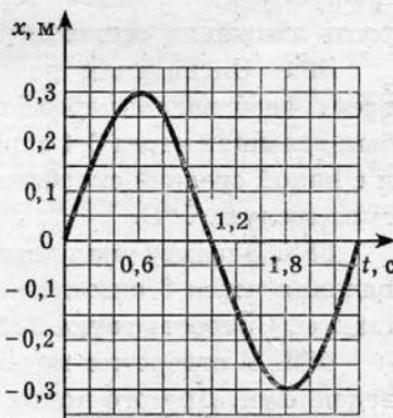


Рис. 81

**577.** В океанах длина волны достигает 300 м, а период 13,5 с. Определить скорость распространения такой волны.

**578.** Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 2,5 м/с. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн 8 м. Определить период колебаний лодки.

**579.** Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8 м. Кроме того, он насчитал 23 волновых гребня за 60 с. Определить скорость распространения волны.

**580.** На каком расстоянии от наблюдателя вспыхнула молния, если он услышал гром через 6 с после того, как увидел молнию?

**581.** Расстояние между двумя железнодорожными станциями 8,3 км. Сколько времени распространяется звук от одной станции к другой по воздуху? по рельсам? Температура воздуха 0 °С. Скорость распространения звука в стали 5500 м/с.

**582.** Стрелок слышит звук удара пули в мишень через 1 с после выстрела. На каком расстоянии от него поставлена мишень? Температура воздуха 0 °С. Средняя скорость полета пули 500 м/с.

**583.** Приближающийся теплоход дал гудок, звук которого услышали на мосту через 3 с. Спустя 3 мин теплоход прошел под мостом. Температура воздуха 0 °С. Найти скорость движения теплохода.

**584.** Сигнальная ракета, запущенная вертикально вверх, разорвалась через 5 с после запуска, а звук разрыва был услышен через 0,4 с после разрыва. На какую высоту и с какой средней скоростью поднялась ракета? Температура воздуха 0 °С.

**585.** В шахту упал камень. Человек услышал звук его падения через 6 с после начала падения. Найти глубину шахты. Скорость звука 332 м/с.

**586.** У отверстия медной трубы длиной 366 м произведен звук. Другого конца трубы звук по металлу достиг на 1 с раньше, чем по воздуху. Какова скорость звука в меди? Температура 0 °С. Скорость звука 332 м/с.

**587.** Звук выстрела из орудия достиг одного наблюдателя через 3 с, а другого через 4,5 с после вспышки выстрела. Расстояние между наблюдателями 1 км. Температура воздуха 0 °С. Как определить местоположение орудия, если известны пункты нахождения наблюдателей?

**588.** Частота колебаний камертонов 440 Гц. Какова длина звуковой волны, распространяющейся от камертона в воздухе? в воде? Скорость звука при 0 °С в воздухе 332 м/с, а в воде 1400 м/с.

**589.** Волны звуков человеческого голоса в воздухе имеют длину от 33 см до 4 м. Определить соответствующий им диапазон частот колебаний.

**590.** Скорость звука в воде 1450 м/с. На каком минимальном расстоянии друг от друга вдоль направления распространения волны находятся точки, совершающие колебания в противоположных фазах, если частота колебаний равна 731 Гц?

**591.** Определить разность фаз колебаний двух точек, удаленных от источника колебаний на расстояния 3,5 и 2 м, если период колебаний 0,5 с, а скорость распространения колебаний 6 м/с.

**592.** Имеются камертоны на 50, 126 и 440 Гц. Найти период колебаний каждого из них.

**593.** На рисунке 82 представлена запись колебаний камертона в течение 0,02 с. Какова частота колебаний? Каков период колебаний?

**594.** Какова глубина моря, если посланный и отраженный от морского дна ультразвук возвратился на поверхность через 0,9 с?

**595.** Ультразвук применяют для косвенного измерения скорости потоков жидкости или газов (рис. 83). Какова скo-



Рис. 82

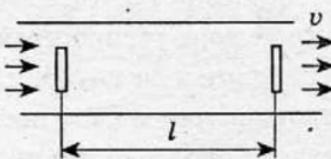


Рис. 83

рость потока, если расстояние между вибраторами  $l = 100$  м ультразвук проходит в одном направлении за 0,5 с, а в противоположном — за 1 с? Почему результат измерения не зависит от температуры жидкости?

596. Две волны, полученные от двух когерентных синфазных источников, распространяются навстречу друг другу. Что можно наблюдать в точках схождения, для которых разность хода равна: а) 2 м; б) 2,1 м? Длина волны равна 20 см.

597. На прямолинейном участке происходит наложение волн, распространяющихся от двух когерентных синфазных вибраторов. Амплитуды колебаний у вибраторов одинаковы. Построить результирующую волну, когда разность хода налагающихся волн равна  $\lambda/2$  и  $\lambda$ .

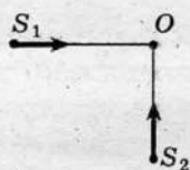


Рис. 84

598. Волны от двух когерентных синфазных источников достигают точки  $O$  (рис. 84). Разность хода  $|S_1O| - |S_2O| = \lambda$ . Что будет наблюдаться в точке  $O$ : максимум или минимум колебаний?

599. Перед ухом звучит камертон, частота колебаний которого 440 Гц. На каком расстоянии за ним нужно поместить второй такой же камертон, чтобы вследствие интерференции волн ухо не ощущало звука? Камертоны колеблются синфазно.

600. Охотник выстрелил, находясь на расстоянии 170 м от лесного массива. Через какое время после выстрела охотник услышит эхо? Почему в небольших комнатах эхо совсем не наблюдается?

601. В результате взрыва, произведенного геологами, в земной коре распространилась волна со скоростью 5 км/с. Отраженная от глубоких слоев Земли волна была зафиксирована через 22 с после взрыва. На какой глубине залегает порода, резко отличающаяся по плотности от земной коры?

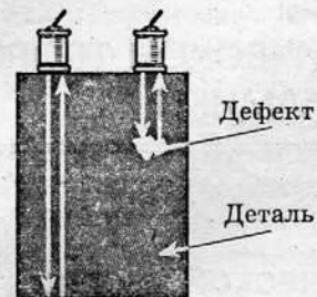


Рис. 85

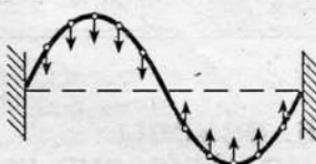


Рис. 86

**602.** Стальную деталь проверяют ультразвуковым дефектоскопом (рис. 85). Первый отраженный сигнал был получен через 60 мкс после посылки, а второй — через 180 мкс. На какой глубине обнаружен дефект в детали? Какова высота детали? Скорость ультразвука в стали 5000 м/с.

**603\*.** Один камертон помещен перед ухом, а другой такой же камертон — на расстоянии 47,5 см от первого. Если камертоны колеблются в одинаковой фазе, то звук не слышен. Определить частоту колебаний камертонов.

**604\*.** На рисунке 86 показаны мгновенное положение и направление частиц среды в стоячей поперечной волне. Начертить положение частиц среды и направление их движения через  $0,5T$  и  $T$  (где  $T$  — период колебаний).

# ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

---

## 5. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

### 5.1. Основные положения молекулярно-кинетической теории



605. Какие из названных процессов можно рассматривать как тепловые явления: а) нагревание тел; б) падение тел; в) трение тел; г) столкновение тел; д) деформация тел; е) испарение жидкостей; ж) излучение света лампой накаливания?

606. Происходит ли тепловое движение: а) в кусочке льда; б) пылинке; в) воде в стакане; г) молекуле водорода; д) моле водорода; е) электроне; ж) атомном ядре?

607. Для придания стальным изделиям твердости насыщают их поверхностный слой углеродом (цементация), азотом (азотирование), алюминием (алитирование). Почему процессы проводят при высоких температурах? На каком физическом явлении они основаны?

608. О каких изменениях в состоянии движения частиц, образующих тело, свидетельствуют такие явления: а) охлаждение тел; б) диффузия газов; в) отвердевание жидкостей; г) упругое растяжение стержня; д) растворение соли в воде?

609. Что точнее можно измерить мензуркой: объем твердого тела или объем жидкости?

610. Атмосферное давление обусловлено весом воздуха. Как поддерживается нормальное давление в кабине космонавтов, если воздух в кабине невесом?

611. К каким величинам относится давление — к векторным или скалярным?

**612.** Находится ли в состоянии теплового равновесия воздух в жилой комнате?

**613.** Почему любое тело, опущенное в горячую воду, не нагревается выше определенной температуры, как бы долго ни держать его в воде?

**614.** Почему, опустив термометр в сосуд с водой, нельзя сразу же снимать показание? Почему нельзя снимать показание, вынув термометр из воды?



**615.** Кусочек парафина объемом  $1 \text{ mm}^3$ , брошенный в горячую воду, расплавился и образовал пленку, площадь поверхности которой  $1 \text{ m}^2$ . Определить диаметр молекулы парафина, полагая, что толщина пленки равна диаметру молекулы.

**616.** Какое количество вещества в молях составляют  $5,418 \cdot 10^{26}$  молекул?

**617.** Какова масса в килограммах 450 молей кислорода  $\text{O}_2$ ?

**618.** Вычислить массу одной молекулы водорода ( $\text{H}_2$ ), кислорода ( $\text{O}_2$ ), озона ( $\text{O}_3$ ), углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и метана ( $\text{CH}_4$ ).

**619.** Сколько молекул содержится при нормальных условиях в 0,4 кг гелия? в 0,6 кг оксида азота ( $\text{NO}$ )?

**620.** Масса капельки воды  $10^{-10}$  г. Из скольких молекул она состоит?

**621.** Сколько молекул содержится в 1 кг водорода? в 1 кг кислорода?

**622.** Сколько молекул газа содержится при нормальных условиях в колбе вместимостью  $500 \text{ см}^3$ ?

**623.** Доказать, что при нормальных условиях в  $1 \text{ m}^3$  водорода и  $1 \text{ m}^3$  окси углерода содержится одинаковое число молекул.

**624.** В какой среде при одной и той же температуре броуновское движение происходит интенсивнее — в капле воды или в капле масла?

**625.** Оболочка  $ABCD$  (рис. 87) наполнена сжатым газом. Одинаковы ли давления и силы давления на стенки

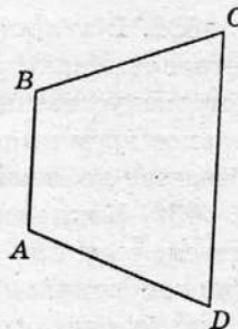


Рис. 87

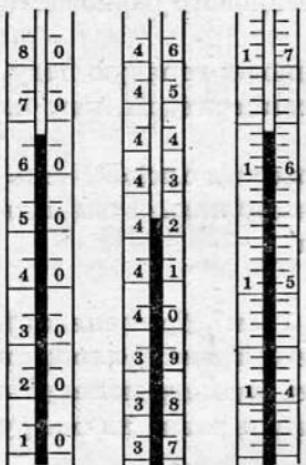


Рис. 88

*AB* и *CD*? Если силы давления неодинаковы, то почему оболочка не получает ускорения в сторону действия большей силы?

626. В сосуд с водой при  $0^{\circ}\text{C}$  положили кусок льда при  $0^{\circ}\text{C}$ . Сосуд теплоизолирован. Будет ли лед плавиться или вода замерзать?

627. Какую температуру покажет термометр в открытом космическом пространстве, в котором плотность вещества равна нулю?

628. На рисунке 88 изображены шкалы трех термометров. Определить цену деления на каждой шкале. Числовые отметки даны в градусах.

629. Выразить в градусах Цельсия следующие температуры: 4 К; 50 К; 1000 К. Выразить в кельвинах следующие температуры:  $0^{\circ}\text{C}$ ;  $100^{\circ}\text{C}$ ;  $-43^{\circ}\text{C}$ ;  $-273^{\circ}\text{C}$ .

## 5.2. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа



630. В каких слоях атмосферы воздух ближе к идеальному газу: у поверхности земли или на больших высотах?

631. В атмосфере на высоте в несколько сотен километров температура воздуха порядка тысяч кельвинов. Почему искусственный спутник Земли, движущийся длительное время по орбите в этих слоях атмосферы, не нагревается до такой же температуры?

632. Какие макроскопические явления будут наблюдаться, если при движении молекул произойдут следующие изменения: а) скорости всех молекул возрастут по модулю? б) уменьшится среднее расстояние между молекулами газа?

**633.** После включения нагревательного прибора температура воздуха в комнате повысилась. Увеличилась ли при этом внутренняя энергия воздуха в комнате?



**634. 1.** Определить средний квадрат скоростей  $\langle v^2 \rangle$  поступательного движения четырех молекул, имеющих соответственно скорости 100, 200, 300 и 400 м/с.

**2.** Определить и сравнить среднюю арифметическую  $\langle v \rangle$  и среднюю квадратичную  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  скорости поступательного движения тех же четырех молекул.

**635.** Молекула азота летит со скоростью 600 м/с в направлении, перпендикулярном к стенке сосуда. После упругого столкновения со стенкой молекула отскакивает от нее, имея такую же по модулю скорость. Определить импульс молекулы до удара и импульс силы, полученный стенкой сосуда в результате удара.

**636.** Молекула аргона, летящая со скоростью 500 м/с, упруго ударяется о стенку сосуда. Вектор скорости составляет угол  $60^\circ$  с нормалью к стенке сосуда. Определить импульс, полученный стенкой в результате удара.

**637.** Средняя квадратичная скорость хаотического движения молекул кислорода, находящегося при нормальных условиях, равна 460 м/с. Масса молекулы  $5,3 \cdot 10^{-26}$  кг. Какова средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул? Вычислить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, содержащихся в  $1 \text{ м}^3$  кислорода.

**638.** При температуре  $0^\circ\text{C}$  средние квадратичные скорости молекул водорода и кислорода соответственно равны 1800 и 460 м/с. Сравнить средние кинетические энергии этих молекул.

**639.** Какое давление на стенки сосуда производят кислород, если средняя квадратичная скорость его молекул 400 м/с и число молекул в  $1 \text{ см}^3$  равно  $2,7 \cdot 10^{19}$ ?

**640.** Определить число молекул водорода в  $1 \text{ м}^3$ , если давление равно 26,6 кПа, а средняя квадратичная скорость его молекул равна 2400 м/с.

**641.** Какое давление на стенки сосуда производят молекулы газа, если масса газа 3 г, объем 0,5 л, а средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с?

**642.** Средняя квадратичная скорость молекул газа около 400 м/с. Определить объем, который займет 1 кг газа при давлении  $10^5$  Па.

**643.** Воздух состоит из молекул кислорода и азота. Однакова ли средняя энергия поступательного движения молекул этих газов при данной температуре?

**644.** Каково давление газа, если в каждом его кубическом сантиметре содержится  $10^6$  молекул, а температура газа  $8^\circ\text{C}$ ?

**645.** Сколько молекул газа должно находиться на единицу объема, чтобы при температуре  $2^\circ\text{C}$  давление газа равнялось  $10^5$  Па?

**646.** Определить число молекул в  $1 \text{ m}^3$  газа при нормальных условиях.

**647.** Сколько молекул газа находится в сосуде вместимостью  $480 \text{ cm}^3$  при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $2,5 \cdot 10^4$  Па?

**648.** Определить среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при температуре  $20^\circ\text{C}$ . При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул будет равна 500 м/с?

**649.** Какова средняя квадратичная скорость молекул гелия при температуре  $0,1 \text{ K}$ ? Какова средняя квадратичная скорость атомов гелия в атмосфере Солнца при температуре  $6000 \text{ K}$ ?

**650.** Средняя квадратичная скорость молекулы углекислого газа при  $0^\circ\text{C}$  равна 360 м/с. Какова средняя квадратичная скорость молекул при температуре  $127^\circ\text{C}$ ?

**651.** При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при  $15^\circ\text{C}$ ?

**652.** Средняя квадратичная скорость молекул водорода при  $0^\circ\text{C}$  равна 1760 м/с. Какова средняя квадратичная скорость молекул кислорода при  $0^\circ\text{C}$ ?

**653.** Найти средние кинетические энергии поступательного движения молекул гелия и аргона при температуре 1200 К.

**654.** Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия поступательного движения его молекул равна  $1,60 \cdot 10^{-19}$  Дж.

**655.** Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа при температуре 500 °С равна  $1,6 \cdot 10^{-20}$  Дж. Каким будет значение этой энергии при температуре -273 °С? при температуре 1000 °С?

**656.** В закрытый сосуд с воздухом ввели эфир, после испарения которого концентрация молекул газообразного эфира оказалась равной  $10^{23} \text{ м}^{-3}$ , а давление в сосуде повысилось на 414 Па. Температура газовой смеси в сосуде 27 °С. Определить постоянную Больцмана по этим данным.

**657\*.** При проведении опыта Штерна (рис. 89) большой цилиндр радиусом  $R_2 = 10$  см вращался с частотой 50 об/с. Это вращение обусловило смещение полоски серебра на 6 мм относительно положения полоски при неподвижном цилиндре (при температуре испарения 1200 °С). Найти скорость большей части атомов серебра при этой температуре. Радиусом ( $R_1$ ) малого цилиндра пренебречь.

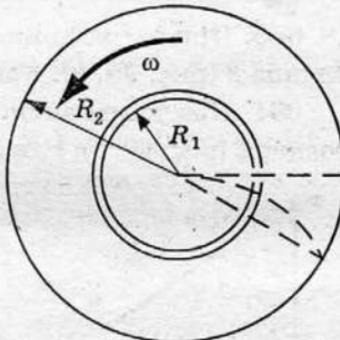


Рис. 89

**658\*.** Каково будет смещение полоски металла в приборе Штерна при частоте вращения 20 об/с, если скорость атомов 300 м/с? Радиус цилиндра 10 см. Радиусом малого цилиндра пренебречь.

### 5.3. Уравнение состояния идеального газа



**659.** Водород при 15 °С и давлении  $1,33 \cdot 10^5$  Па занимает объем 2 л. Газ сжали до объема 1,5 л и температуру повысили до 30 °С. Каким стало давление?

**660.** Некоторая масса воздуха при  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па занимает объем 1,0 л. При какой температуре давление будет равно  $2 \cdot 10^5$  Па, если воздуху той же массы предоставить возможность занять объем 2 л?

**661.** В двигателе внутреннего сгорания объем цилиндра  $930 \text{ см}^3$ . К моменту открытия выпускного клапана температура газа в цилиндре  $1000^{\circ}\text{C}$ , а давление  $5 \cdot 10^5$  Па. Какой объем займет выхлопной газ, выброшенный из цилиндра в атмосферу, после того, как он охладится до температуры  $0^{\circ}\text{C}$ , если атмосферное давление равно  $10^5$  Па?

**662\*.** Воздух, находящийся в упругой оболочке при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па, занимает объем 2 л. Какой объем займет этот воздух под водой на глубине 136 м, где температура  $4^{\circ}\text{C}$ ?



**663.** При нагревании газ переведен из состояния 1 в состояние 2 (рис. 90, а). Как изменился при этом объем газа?

**664.** При нагревании газ переведен из состояния 1 в состояние 2 (рис. 90, б). Как изменилось при этом давление газа?

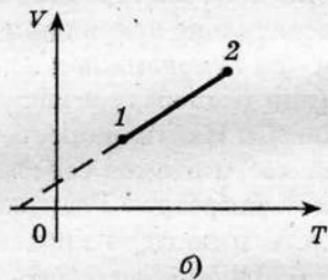
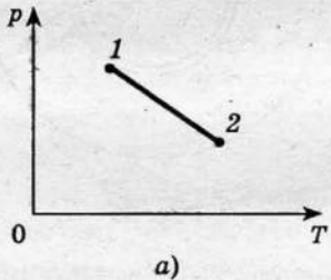


Рис. 90

#### 5.4. Уравнение Менделеева — Клапейрона



**665.** Какой объем занимает 1 кмоль газа при давлении 1 МПа и температуре  $100^{\circ}\text{C}$ ?

**666.** Имеется 12 л углекислого газа при давлении  $9 \cdot 10^5$  Па и температуре 288 К. Найти массу газа.

**667.** В сосуде вместимостью  $500 \text{ см}^3$  содержится  $0,89 \text{ г}$  водорода при температуре  $17^\circ\text{C}$ . Найти давление газа.

**668.** При какой температуре  $1 \text{ л}$  воздуха имеет массу  $1 \text{ г}$ ? Атмосферное давление нормальное.

**669.** В баллоне вместимостью  $40 \text{ л}$  находится  $1,98 \text{ кг}$  углекислого газа. Баллон выдерживает давление не более  $30 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . При какой температуре возникнет опасность разрыва баллона?

**670.** Сколько весит водород, заполняющий воздушный шар объемом  $1400 \text{ м}^3$  при давлении  $9,6 \cdot 10^4 \text{ Па}$  и температуре  $7^\circ\text{C}$ ?

**671.** В баллоне содержится  $2 \text{ кг}$  газа при  $270 \text{ К}$ . Какое количество газа (по массе) нужно удалить из баллона, чтобы при нагревании до  $300 \text{ К}$  давление осталось прежним?

**672.** В помещении объемом  $20 \text{ м}^3$  температура воздуха снизилась от  $20$  до  $0^\circ\text{C}$ . Атмосферное давление нормальное. Почему и на сколько увеличилась масса воздуха в помещении?

**673.** Газ в сосуде находится под давлением  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  при температуре  $127^\circ\text{C}$ . Определить давление газа после того, как половина массы газа выпущена из сосуда и температура понижена на  $50^\circ\text{C}$ .

**674.** Объем помещения  $50 \text{ м}^3$ . Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение при температурах  $0$  и  $40^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное. Молярную массу воздуха принять равной  $0,029 \text{ кг/моль}$ .

**675.** Какова плотность гелия при температуре  $127^\circ\text{C}$  и давлении  $8,3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

**676.** Плотность воздуха при нормальных условиях  $1,3 \text{ кг/м}^3$ . Какова плотность воздуха при температуре  $100^\circ\text{C}$  и давлении  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

**677.** Каким должно быть давление воздуха, чтобы при температуре  $100^\circ\text{C}$  его плотность была равна плотности при нормальных условиях?

**678.** Какой должна быть температура воздуха, чтобы при давлении  $5 \cdot 10^4 \text{ Па}$  его плотность была равна плотности при нормальных условиях?

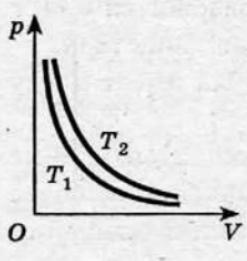


Рис. 91

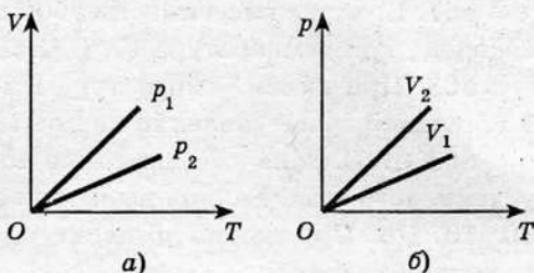


Рис. 92

**679.** Определить молярную массу воздуха как смеси, состоящей из 80% азота и 20% кислорода (по массе).

**680\*.** В баллоне вместимостью 110 л помещено 0,85 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси при температуре 27 °С.

**681\*.** Смесь состоит из 32 г кислорода ( $O_2$ ) и 22 г углекислого газа ( $CO_2$ ). Какова ее плотность при температуре 0 °С и давлении  $10^5$  Па?



**682.** Почему с повышением температуры воздуха или с увеличением высоты полета мощность воздушных реактивных двигателей уменьшается?

**683.** Вычислить плотности водорода и кислорода при нормальных условиях. Результаты сравнить с табличными данными.

**684\*.** На рисунке 91 представлены две изотермы для газа одной и той же массы при температурах  $T_1$  и  $T_2$ . Какая из этих температур выше? Ответ обосновать.

**685\*.** На рисунке 92, а представлены две изобары. Одна соответствует давлению  $p_1$ , а другая — давлению  $p_2$ . Какое из этих давлений больше? Ответ обосновать.

**686\*.** На рисунке 92, б представлены две изохоры. Одна соответствует объему газа  $V_1$ , а другая — объему газа  $V_2$ . Какой из этих объемов больше? Ответ обосновать.

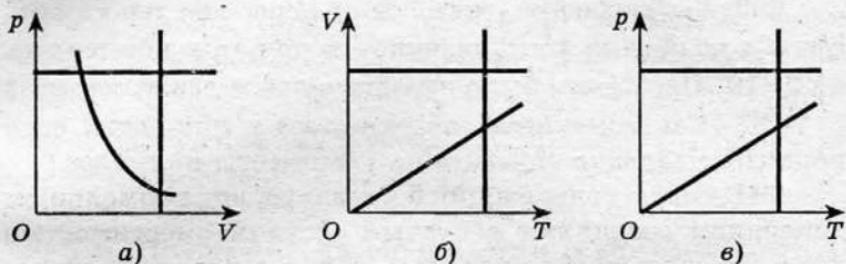


Рис. 93

**687\*.** На рисунке 93 изображены для идеального газа изотерма, изобара и изохора в координатах:  $(p, V)$ ,  $(V, T)$ ,  $(p, T)$ . Укажите в каждом случае изотерму, изобару и изохору.

**688\*.** На рисунке 94 показан цикл работы теплового двигателя. Из каких участков состоит этот цикл? Построить график этого цикла в координатах  $(p, T)$ ,  $(V, T)$ .

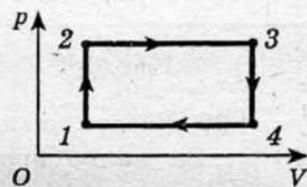


Рис. 94

## 5.5. Изопроцессы

### Изотермический процесс



**689.** Применим ли закон Бойля – Мариотта к двум состояниям воздуха в игрушечном резиновом шаре в процессе его надувания?

**690.** Где нужно установить вытяжной вентилятор — ближе к потолку или ближе к полу — для удаления из цеха завода скапливающегося водяного пара? хлора? аммиака?



**691.** При давлении 1,04 МПа объем воздуха в цилиндре под поршнем 5 л. Найти его объем при давлении 1 МПа.

**692.** Газ медленно сжимают от первоначального объема 6 л до объема 4 л. Давление его при этом повысилось на  $2 \cdot 10^5$  Па. Каким было первоначальное давление газа?

**693.** Как изменится давление газа в цилиндре, если поршень медленно опустить на  $1/3$  высоты цилиндра?

**694.** Сосуд, содержащий 5 л воздуха, под нормальным давлением соединяют с пустым сосудом вместимостью 4,5 л, не содержащим воздуха. Найти давление воздуха, установившееся в сосудах.

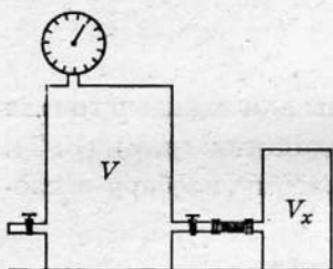


Рис. 95

**695.** К волюметру (волюметр — прибор для измерения вместимости сосудов без помощи воды) (рис. 95), содержащему  $5000 \text{ см}^3$  воздуха, под давлением 120 000 Па присоединяют сосуд, не содержащий воздух. Общее установившееся давление 90 000 Па. Какова измеренная таким способом вместимость  $V_x$  сосуда?

**696.** Воздух нагнетают в пустой баллон вместимостью 40 л. За какое время он будет накачан до давления 1,5 МПа, если компрессор засасывает  $5 \text{ м}^3$  атмосферного воздуха в минуту?

**697.** В цилиндре, закрытом с обоих концов, находится поршень. Давление газа в обеих частях цилиндра  $7,5 \cdot 10^4$  Па. Поршень медленно сдвигают так, что объем газа справа уменьшается вдвое, а слева увеличивается вдвое. Найти разность давлений в частях цилиндра.

**698.** Объем пузырька газа, всплывшего на поверхность со дна озера, увеличился в 2 раза. Какова глубина озера?

**699.** Аквалангисты применяют простой глубиномер — небольшую узкую стеклянную трубку, запаянную с одного конца. Какая часть трубки будет заполнена водой на глубине 10, 20, 30 и 40 м? Температуру воды считать постоянной. Начертить шкалу для глубиномера.

**700.** Стеклянная трубка, запаянная с одного конца, находясь в горизонтальном положении (рис. 96), содержит  $240 \text{ мм}^3$  воздуха, отделенного от наружного воздуха столбиком ртути длиной 15 см. Каков будет объем воздуха в

трубке, если ее установить отвесно: а) открытым концом вверх; б) открытым концом вниз? Давление атмосферы 1 МПа.



Рис. 96

701. При каком давлении плотность водорода при 0 °С равна плотности неона при нормальных условиях?

702. При каком давлении плотность кислорода при 0 °С сравняется с плотностью воды при нормальных условиях?

703. Пользуясь графиком зависимости между объемом водорода и давлением (рис. 97), определить массу газа. Температура 0 °С.

704\*. Стакан высотой 34 см содержит воздух при нормальном давлении. Его опускают отверстием в воду так, что дно находится на уровне поверхности воды. До какой высоты войдет вода в стакан?



705. 1. Изобразите изотерму идеального газа в координатах: ( $p$ ,  $V$ ); ( $p$ ,  $T$ ); ( $V$ ,  $T$ ).

2. Могут ли пересечься две изотермы, соответствующие разным температурам газа?

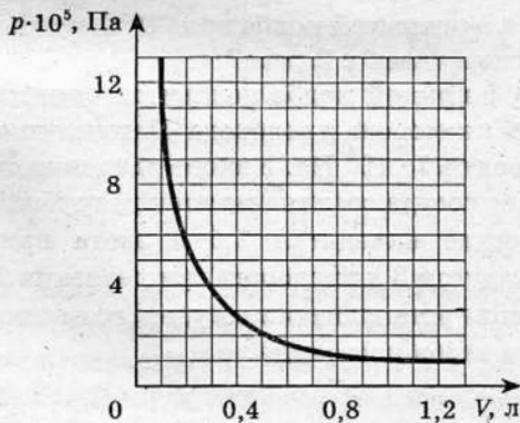


Рис. 97

## Изобарный процесс



706. Известно, что почва «дышит»: ночью происходит «вдох», а днем «выдох». Объясните, почему и как это происходит?



707. В цилиндре под поршнем изобарически охлаждают 10 л газа от 323 до 273 К. Каков объем охлажденного газа?

708. Газы, выходящие из топки в трубу, охлаждаются от 1150 до 200 °С. Во сколько раз уменьшается их объем?

709. Наружный воздух, поступающий зимой через вентиляционную камеру в туннель метрополитена, предварительно подогревают. Во сколько раз изменяется объем воздуха при его подогревании от -20 до +30 °С?

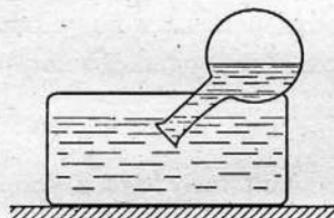


Рис. 98.

710. Открытая стеклянная колба вместимостью 250 см<sup>3</sup> нагрета до 127 °С. После этого ее горлышко опущено в воду (рис. 98). Сколько граммов воды войдет в колбу, если она охладится до 7 °С? Атмосферное давление нормальное. Вместимость колбы считать постоянной.

711. До какой температуры нужно нагреть воздух, содержащийся в открытой колбе при 20 °С, чтобы плотность воздуха уменьшилась в 2 раза?

712\*. В закрытой колбе находится одинаковое количество молей кислорода и водорода. Парциальное давление кислорода равно  $7 \cdot 10^4$  Па. Каково давление смеси?

713\*. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде находится 1,5 л азота при давлении  $4 \cdot 10^5$  Па, в другом 3 л кислорода при давлении  $2,5 \cdot 10^5$  Па. Какое давление установится в сосудах, если открыть кран? Температура газов постоянна.



714. Начертите изобару идеального газа в координатах: ( $P, V$ ), ( $p, T$ ), ( $V, T$ ).

## Изохорный процесс



715. Почему в гараже камеры колес автомобиля нагнетают воздухом зимой до большего давления, чем летом?



716. Давление воздуха в камерах колес велосипеда при температуре  $12^{\circ}\text{C}$  равно  $1,5 \cdot 10^5$  Па. Каким станет давление при  $42^{\circ}\text{C}$ ?

717. Во сколько раз увеличится давление газа в баллоне электрической лампочки, если после ее включения температура газа повысилась от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $300^{\circ}\text{C}$ ?

718. При заполнении баллона газом до давления  $1,65 \cdot 10^7$  Па температура газа повысилась до  $50^{\circ}\text{C}$ . Найти давление газа после охлаждения баллона до  $20^{\circ}\text{C}$ .

719. Баллон, наполненный воздухом при нормальных условиях, закрыт клапаном площадью  $10\text{ см}^2$  и весом 20 Н. До какой температуры нужно нагреть воздух в баллоне, чтобы он открыл клапан?

720\*. Кислород при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па изотермически сжат до давления  $1,5 \cdot 10^5$  Па. До какой температуры нужно изохорически охладить этот газ, чтобы давление понизилось до  $10^5$  Па?



721. Начертите изохору идеального газа в координатах:  $(p, V)$ ,  $(p, T)$ ,  $(V, T)$ .

## 5.6. Молекулярная физика паров, жидкостей и твердых тел

### Испарение и кипение



722. Из каких двух противоположных физических процессов состоит круговорот воды в природе?

723. При испарении с поверхности жидкости вылетают наиболее быстрые молекулы. Можно предположить, что температура пара должна быть выше температуры жидкости. Почему это не так?

**724.** Вода, имеющая такую же температуру, что и окружающий воздух, испаряется. Откуда берется теплота испарения?



**725.** В цилиндре под поршнем находится насыщенный водяной пар без воздуха. Построить график зависимости давления такого пара от объема.

**726.** Что обладает большей внутренней энергией: 1 кг воды или 1 кг водяного пара при 100 °C?

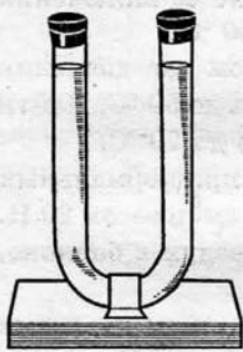


Рис. 99

**727.** Как определить без приборов, что находится над водой в U-образной трубке (рис. 99) — воздух или только насыщенный водяной пар?

**728.** 1. В пустом закрытом сосуде объемом 1 м<sup>3</sup> испаряется 10 г воды при температуре 20 °C. Будет ли пар насыщенным?

2. Какова масса воды, которая должна испариться в том же сосуде, чтобы пар был насыщенным?

3. Какова масса воды, которая останется неиспарившейся, если воды было не 10, а 20 г?

**729.** Закипит ли вода в стакане под колоколом воздушного насоса, если температура воды 20 °C, а насос может понизить давление до 6000 Па?

**730.** Ртутными термометрами измеряют температуру до 600 °C. Почему это возможно, если точка кипения ртути 357 °C?

**731.** Давление водяного пара в котле по манометру меньше атмосферного. Несмотря на это, температура такого пара выше 100 °C. Почему?

**732.** При 17 °C насыщенный водяной пар был отделен от жидкости и после этого нагрет при неизменном объеме до 27 °C. Каким стало его давление? Каким стал пар?

**733.** Пар при температуре 27 °C и давлении 1330 Па занимает объем 2 л. Какой это пар? Каким он станет, если объем уменьшится до 0,5 л и температура снизится до 7 °C?

734. Во сколько раз плотность насыщенного пара воды при  $200^{\circ}\text{C}$  больше плотности насыщенного пара при  $100^{\circ}\text{C}$ ?

735. По давлению насыщенного водяного пара при  $14^{\circ}\text{C}$ , взятыму из таблицы, вычислить плотность пара.

736. По плотности насыщенного водяного пара при  $3^{\circ}\text{C}$ , взятой из таблицы, вычислить его давление.

737. Три металлических цилиндра закрыты подвижными поршнями. В одном из них находится газ, температура которого выше критической, в другом — насыщенный пар, а в третьем — ненасыщенный. Как, действуя рукой на поршни, определить, что находится в каждом цилиндре?

### Влажность воздуха



738. Что легче:  $1\text{ m}^3$  сухого или  $1\text{ m}^3$  влажного воздуха, если их давления одинаковы?

739. В  $5\text{ m}^3$  воздуха содержится  $80\text{ g}$  водяного пара. Определить абсолютную влажность.

740. Через трубу с поглощающим влагу веществом прошло  $10\text{ l}$  воздуха. При этом масса трубы увеличилась на  $300\text{ mg}$ . Определить абсолютную влажность воздуха.

741. Температура воздуха  $16^{\circ}\text{C}$ . Точка росы  $6^{\circ}\text{C}$ . Какова абсолютная влажность воздуха? относительная?

742. При температуре воздуха  $30^{\circ}\text{C}$  относительная влажность равна  $60\%$ . Какова абсолютная влажность воздуха?

743. В подвале дома при  $8^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха равна  $100\%$ . На сколько надо повысить температуру воздуха в подвале, чтобы влажность уменьшилась до  $60\%$ ?

744. На море при температуре воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  относительная влажность  $95\%$ . При какой температуре воздуха можно ожидать появления тумана?

745. Вечером при температуре воздуха  $29^{\circ}\text{C}$  относительная влажность  $60\%$ . Выпадет ли ночью роса, если температура почвы снизится до  $15^{\circ}\text{C}$ ? до  $21^{\circ}\text{C}$ ?

746. Вечером при температуре воздуха  $2^{\circ}\text{C}$  относительная влажность  $60\%$ . Выпадет ли ночью иней, если температура снизится до  $-3^{\circ}\text{C}$ ; до  $-5^{\circ}\text{C}$ ?

**747\***. Над участком поверхности земли площадью  $5 \text{ км}^2$  слой воздуха толщиной 1000 м имеет температуру  $20^\circ\text{C}$  при относительной влажности 73%. Воздух охладился до  $10^\circ\text{C}$ . Найти массу выпавшего дождя и толщину слоя осадков на поверхности земли.

**748\***. Для прорастания семян огурцов и дынь в теплице нужно поддерживать температуру  $30^\circ\text{C}$  и минимальную относительную влажность 90%. Выполняется ли это требование, если влажный термометр психрометра показывает  $29^\circ\text{C}$ , а сухой  $30^\circ\text{C}$ ?



**749.** Почему при выпуске газа из баллона вентиль покрывается росой или даже инеем?

**750.** Как объяснить образование облачного следа за самолетом, летящим на большой высоте?

**751.** При каком условии относительная влажность воздуха может уменьшиться, несмотря на увеличение абсолютной влажности?

**752\***. В помещении повышенная влажность воздуха. Целесообразно ли открыть форточки, если за окном холодно и идет дождь?



**753.** Измерив объем какого-либо помещения и температуру воздуха в нем, определите, сколько килограммов водяного пара содержится в воздухе при данной температуре, если пар насыщенный.

### **Поверхностное натяжение жидкостей**



**754.** Почему волейбольная сетка сильно натягивается после дождя?

**755.** Два мыльных пузыря — малый и большой — выдуты на разных концах одной и той же трубки. Какой пузырь после этого будет увеличиваться и какой уменьшаться?

**756.** Одна колба наполовину заполнена водой, а другая — ртутью. Какой будет форма этих жидкостей в состоянии невесомости?

**757.** За счет какого источника энергии поднимается жидкость в капилляре?



758. Опустите осторожно бритвенное лезвие плашмя на поверхность воды в тарелке. Почему лезвие не тонет?

759\*. Подвесьте полоску фильтровальной бумаги над блюдцем так, чтобы нижний конец полоски касался воды. Наблюдайте капиллярное поднятие воды (оно продолжается около 5 ч). Определите из опыта размер (эквивалентный диаметр) пор бумаги.



760. Проволочная рамка затянута мыльной пленкой (рис. 100). Какую работу нужно совершить, чтобы, растянув пленку, увеличить площадь ее поверхности на  $6 \text{ см}^2$  с каждой стороны?

761. Соломинка длиной 8 см плавает на поверхности воды, температура которой  $18^\circ\text{C}$ . По одну сторону от соломинки наливают мыльный раствор, и соломинка приходит в движение. В какую сторону? Под действием какой силы?

762. Каким усилием можно оторвать металлическое кольцо от мыльного раствора, если диаметр кольца 15,6 см, масса 7 г и кольцо соприкасается с раствором по окружности?

763. Капля воды вытекает из вертикальной стеклянной трубки диаметром 1 мм. Найти силу тяжести капли, если температура воды  $20^\circ\text{C}$ .

764. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром 12 см? Атмосферное давление не учитывать.

765. На сколько давление воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления, если диаметр пузыря 10 мм?

766. Как изменится высота  $h$  уровня воды в капилляре, если при прочих равных условиях: а) понизить температуру воды? б) взять капилляр вдвое меньшего радиуса? в) перенести опыт на Луну? г) воспользоваться вместо воды керосином?



Рис. 100

**767.** Найти коэффициент поверхностного натяжения воды, если в капилляре диаметром 1 мм она поднимается на высоту 32,6 мм.

**768.** На какую высоту поднимается вода в капилляре диаметром 1 мкм?

**769.** Вода поднимается по фитилю на высоту 80 мм. На какую высоту по тому же фитилю поднимается спирт?

**770.** Какой будет длина столба воды в капиллярной трубке с внутренним диаметром 0,6 мм, если трубку опустить в воду перпендикулярно к поверхности? под углом 13° к поверхности?

**771.** В дне чайника имеется круглое отверстие диаметром 0,10 мм. До какой высоты можно налить воду, чтобы она не выливалась через отверстие? Сохранится ли это условие, если воду в чайнике нагревать?

**772.** Две капиллярные трубки радиусом 0,1 мм и 1 мм соответственно опущены в сосуд со ртутью. На сколько уровень ртути в капиллярах будет ниже уровня ртути в сосуде?

**773.** В чашечном ртутном барометре с диаметром канала 2 мм высота ртутного столбика равна 760 мм. Каково атмосферное давление? (Внести в результат измерения поправку на капиллярность трубки.)

### Твердые тела и их свойства



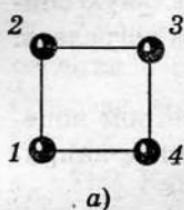
**774.** Что произойдет с монокристаллом поваренной соли (NaCl), если его опустить в ненасыщенный раствор этой соли? в насыщенный? в пересыщенный?

**775.** Кубик из стекла и кубик, вырезанный из монокристалла кварца, опущены в горячую воду. Сохранят ли кубики свою форму?

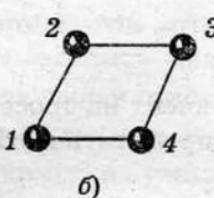
**776.** Почему в природе не существует кристаллов шарообразной формы?

**777.** В каком случае строение стали будет более мелкозернистым после закалки: когда охлаждение производится в холодной воде или когда — в горячей воде?

**778.** Почему в таблицах температур плавления различных веществ нет температуры плавления стекла?

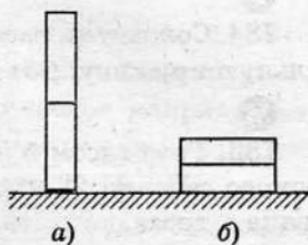


*a)*



*б)*

Рис. 101



*б)*

Рис. 102

779. На рисунке 101, *а* показана элементарная ячейка кристаллической решетки металла, которая затем подвержена деформации сдвига (рис. 101, *б*). Почему решетка стремится восстановить свою форму? Рассмотреть другие виды деформации ячейки и ответить на тот же вопрос.

780. На работу по растяжению проволоки затрачена энергия. Куда делась эта энергия, если деформация проволоки была упругой? пластической?

781. При какой кладке определенного количества кирпичей (рис. 102, *а*, *б*) напряжение в нижнем кирпиче окажется большим?

782. При взвешивании тела указатель динамометра вышел за пределы шкалы. Поэтому применили способ взвешивания на двух динамометрах. Какой из способов, показанных на рисунках 103, *а* и *б*, надо было применить? Каковы показания каждого динамометра в обоих случаях?

783. Почему при небрежном обращении с тетрадью уголки листов загибаются и им не удается вернуть прежней формы?

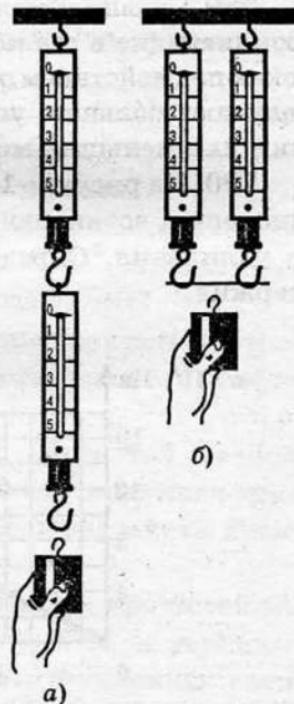


Рис. 103



784. Сожмите и растяните несколько раз стальную спиральную пружину. Объясните, почему пружина нагрелась.



785. Груз весом 5 кН висит на тросе диаметром попечного сечения 28 мм. Определить механическое напряжение в тросе.

786. Проволока длиной 5,4 м под действием нагрузки удлинилась на 2,7 мм. Определить абсолютное и относительное удлинения проволоки.

787. Абсолютное и относительное удлинения стержня 1 мм и 0,1% соответственно. Какой была длина недеформированного стержня?

788. На проволоке длиной  $l$  висит груз  $P$ . Проволоку сложили вдвое и подвесили тот же груз. Сравнить абсолютные ( $\Delta l_1$  и  $\Delta l_2$ ), а также относительные ( $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ ) удлинения проволоки в обоих случаях.

789. Сравнить между собой относительные удлинения, возникающие в стальной ( $\varepsilon_{ст}$ ) и алюминиевой ( $\varepsilon_{ал}$ ) проволоках под действием одинакового напряжения. Какие тела получают большие упругие деформации: имеющие больший или меньший модуль упругости  $E$ ?

790. На рисунке 104 приведен график зависимости напряжения, возникающего в стержне, от его относительного удлинения. Определить модуль упругости материала стержня.

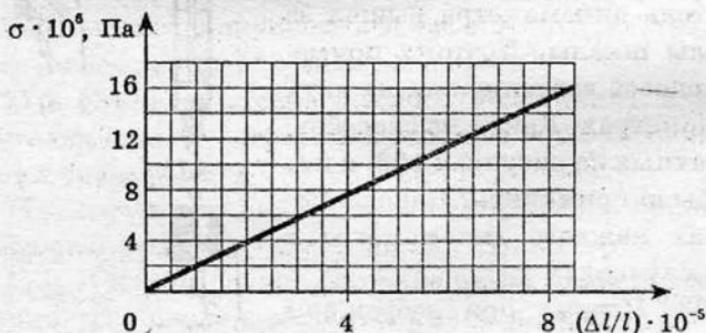


Рис. 104

791. Верхний конец стержня закреплен, а к нижнему подвешен груз 20 кН. Длина стержня без груза 5 м, сечение  $4 \text{ см}^2$ . Определить механическое напряжение в стержне, его абсолютное и относительное удлинение, если модуль упругости материала стержня  $2 \cdot 10^{11}$  Па.

792. Какого диаметра нужно взять стальной стержень, чтобы при нагрузке 25 кН механическое напряжение равнялось 60 МПа?

793. Деревянная свая высотой 3 м имеет поперечное сечение  $300 \text{ см}^2$ . Каково абсолютное сжатие сваи под действием удара силой 500 кН? Модуль упругости равен  $10^4$  МПа.

794. Какого наименьшего сечения нужно взять стальной стержень, чтобы растягивающая нагрузка 2,5 кН не вызывала остаточной деформации? Предел упругости стали при растяжении  $10^3$  МПа.

795. Что произойдет с медной проволокой сечением  $0,5 \text{ мм}^2$ , если к ее свободному концу подвесить гирю массой 1 кг? 2 кг? 5 кг? 10 кг?

796. Груз весом 12 Н подвешен к проволоке с поперечным сечением  $0,2 \text{ мм}^2$ . Что произойдет с проволокой, если она свинцовая? алюминиевая? латунная?

797. Каков запас прочности в прицепном приспособлении тепловоза, если его сечение  $100 \text{ см}^2$ , предел прочности 500 МПа, а сила тяги тепловоза 75 кН?

798. Какой груз может быть подвешен на стальном тросе диаметром 3 см при запасе прочности, равном 10, если предел прочности стали 700 МПа?

799\*. Посередине горизонтально натянутой медной проволоки длиной 20 м и сечением  $50 \text{ мм}^2$  подвешен груз 170 Н. Проволока провисает на 50 см. Определить запас прочности.

800\*. Груз 12 кН нужно подвесить на кронштейне. Длина горизонтальной поперечины 0,48 м, а укосины 0,8 м. Рассчитать сечения поперечины и укосины, если предел прочности материала на растяжение  $500 \text{ Н/мм}^2$ , а на сжатие  $450 \text{ Н/мм}^2$ . Запас прочности должен быть равен 3.

## Тепловое расширение тел



801. На рисунке 105 дан график зависимости удлинения проволоки от температуры. Определить коэффициент линейного расширения, если начальная длина проволоки 100 м.

802\*. Длина медной проволоки телеграфной линии при температуре 0 °C равна 10 км. На сколько изменится длина проволоки при изменении температуры от -40 °C до +40 °C?

803\*. Длина газопровода при 0 °C равна 1300 км. На сколько удлинится газопровод при сезонном изменении температуры от -38 °C до +42 °C, если стальные трубы не уложены в землю?

804\*. Цинковая пластина, площадь которой при 0 °C равна 20 дм<sup>2</sup>, нагрета до 400 °C. Найти площадь пластины после нагревания.

805\*. Длина стального стержня при температуре 100 °C равна 50 см, длина цинкового 50,2 см. При какой температуре длины обоих стержней будут одинаковыми? Коэффициент линейного расширения стали  $12 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ , цинка  $29 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ .

806\*. Какие силы нужно приложить к стальному проводу сечением 10 мм<sup>2</sup>, чтобы растянуть его на столько же, на сколько он удлиняется при нагревании на 1 °C?

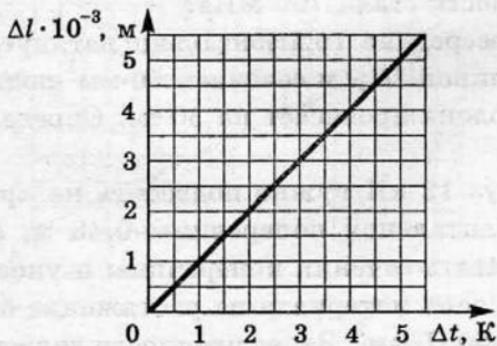


Рис. 105

**807\***. Температура стальной мостовой балки с заделанными концами повысилась на  $50^{\circ}\text{C}$ . Найти силы давления на упоры, препятствующие удлинению балки, если площадь ее поперечного сечения  $100 \text{ см}^2$ .

**808\***. На сколько градусов нужно было бы нагреть медную проволоку сечением  $1 \text{ мм}^2$ , чтобы ее длина осталась такой же, как и под действием растягивающей нагрузки в  $50 \text{ Н}$ ?

**809\***. Стальной стержень сечением  $100 \text{ мм}^2$  при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  заделан между двумя стенами. При какой температуре сила, действующая на каждую стену, будет равна  $750 \text{ Н}$ ?

**810\***. Концы бетонного стержня закреплены при помощи двух зажимов на прочном основании при  $0^{\circ}\text{C}$ . При какой температуре стержень разорвется? Прочность на разрыв  $5 \text{ МПа}$ . Модуль упругости бетона  $10^4 \text{ МПа}$ . Коэффициент линейного расширения материала основания значительно меньше, чем у бетона.

**811\***. На сколько увеличится объем свинцового шара при нагревании от  $20$  до  $100^{\circ}\text{C}$ , если начальный объем шара  $1800 \text{ см}^3$ ?

**812\***. Определить объем стального куба при температуре  $500^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  его объем равен  $1000 \text{ см}^3$ .

**813\***. На нагревание стального бруса размерами  $60 \times 20 \times 5 \text{ см}$  израсходовано  $1680 \text{ кДж}$  теплоты. На сколько увеличился объем бруса?

**814\***. В бутыли содержится  $10\,000 \text{ см}^3$  серной кислоты при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . Каким будет объем этой кислоты при  $+20^{\circ}\text{C}$ ? при  $-20^{\circ}\text{C}$ ?

**815\***. Керосин содержится в цилиндрической формы цистерне, высота которой  $6 \text{ м}$ , а диаметр основания  $5 \text{ м}$ . При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  керосин не доходит до верхнего края цистерны на  $20 \text{ см}$ . При какой температуре керосин начнет переливаться через край цистерны? Нет ли в этой задаче лишних данных?

**816\***. Какова плотность ртути при  $300^{\circ}\text{C}$ ?

**817\*.** Масса 500 см<sup>3</sup> спирта при 0 °C равна 400 г. Определить плотность спирта при 15 °C (точно).

**818\*.** Какое количество теплоты нужно израсходовать, чтобы стальной рельс длиной 10 м и площадью поперечного сечения 20 см<sup>2</sup> удлинился в результате нагревания на 6 мм? Нет ли в условии лишних данных?

**819\*.** Стальной бруск объемом 1200 см<sup>3</sup> при температуре 0 °C погружен в сосуд, содержащий 20 кг воды при 90 °C (точно). Найти, какая температура бруска установится в воде и каким будет объем бруска при этой температуре.

**820\*.** На рисунке 106 представлен график зависимости объема данной массы воды от температуры. Вычислить значения коэффициента объемного расширения воды при температурах 4, 9 и 11 °C.



**821\*.** Ртутный и спиртовой термометры внешне совершенно одинаковы. Чувствительность какого термометра больше: спиртового или ртутного? Во сколько раз?

**822\*.** Чувствительность какого термометра больше: с большим или малым резервуаром для ртути?

**823\*.** Как отразилось бы на показаниях термометра равенство коэффициентов расширения рабочей жидкости и стекла?

**824\*.** Как бы действовал термометр, если бы в нем была не ртуть, а вода?

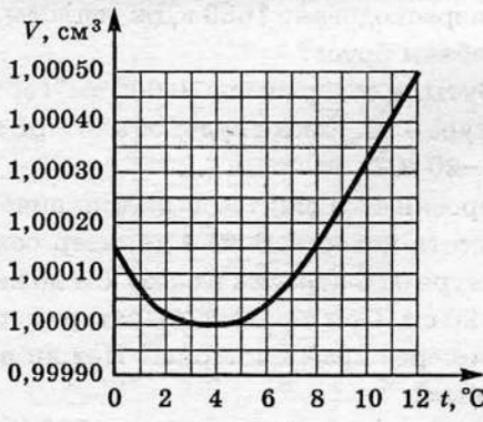


Рис. 106

## 6. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

### 6.1. Работа в термодинамике



825. Если плотно закрытую пробирку с воздухом погрузить в горячую воду, то через некоторое время пробка выскочит из пробирки. Почему?

826. Совершается ли работа при: а) изохорическом нагревании газа, б) изобарическом нагревании, в) изобарическом расширении, г) изохорическом охлаждении, д) изобарическом охлаждении, е) изобарическом сжатии, ж) изотермическом сжатии?

827. Совершается ли работа в следующих случаях:  
а) резиновый мяч надувают насосом, б) тот же мяч раздувается при нагревании, в) воду нагревают в открытой кастрюле, г) воду нагревают в закрытом сосуде?



828. На рисунке 107 дан график зависимости давления газа от объема. Найти работу газа при расширении. Найти работу внешней силы, возвращающей газ к первоначальному состоянию.

829. Какую работу совершает газ, расширяясь изобарически при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па от объема 1,5 л до объема 2,5 л?

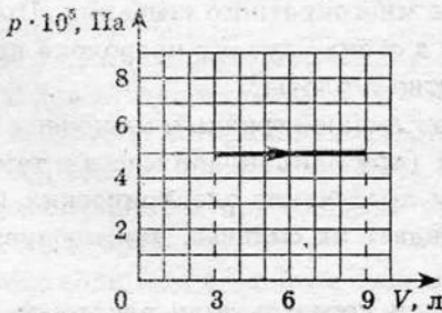


Рис. 107

**830.** Среднее давление газа в цилиндре под поршнем равно 1,20 МПа. Площадь поршня  $300 \text{ см}^2$ , длина хода поршня 0,5 м. Определить работу газа за один ход поршня.

**831.** В канале ствола гаубицы калибра 120 мм среднее давление пороховых газов 200 МПа. Какова при выстреле работа пороховых газов в канале ствола, если длина ствола равна 20 калибрам?

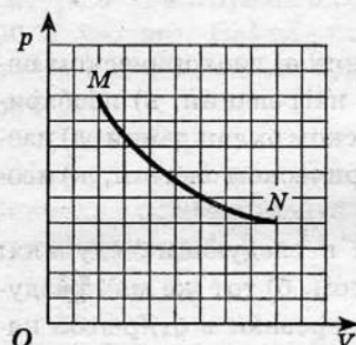


Рис. 108

**832.** Изменение объема и давления газа при его расширении задано кривой  $MN$  (рис. 108). Найти работу газа в этом процессе. Одно деление по оси  $OV$  соответствует  $1 \text{ дм}^3$ , а по оси  $Op — 2 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

**833.** Воздух изотермически расширяется от 2 до 10 л. Начальное давление  $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Определить графически работу расширения воздуха.

## 6.2. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Уравнение теплового баланса



**834.** Мука из-под жерновов выходит горячей, хлеб из печи вынимают тоже горячим. Какова причина повышения температуры этих тел?

**835.** Проволока может нагреться в пламени спиртовки или в результате многократного сгибания. Правильно ли утверждать, что в обоих случаях проволока получила некоторое количество теплоты?

**836.** Что будет лучшей грелкой: мешочек с песком или бутылка с водой (при одинаковой массе и температуре)?

**837.** Почему продувание электрических генераторов водородом охлаждает их сильнее, чем продувание воздухом?

**838.** Можно ли передать телу некоторое количество теплоты, не вызывая этим повышения его температуры?

**839.** Для нагревания 100 г свинца от 15 до 35 °С надо сообщить телу 260 Дж теплоты. Определить его теплоемкость, молярную и удельную теплоемкости.

**840.** При нагревании в котле 3000 л воды сожгли 40 кг каменного угля. До какой температуры нагрелась вода, если ее начальная температура была 10 °С, а тепловая отдача топки 60%?

**841.** Смешали 0,4 м<sup>3</sup> воды при 20 °С и 0,1 м<sup>3</sup> воды при 70 °С. Какова температура смеси при тепловом равновесии?

**842.** В ванну налито 80 л воды при температуре 10 °С. Сколько литров воды при 100 °С нужно долить в ванну, чтобы температура смеси была 25 °С?

**843.** В стакане содержится 250 см<sup>3</sup> воды. Опущенный в стакан термометр показал 78 °С. Какова действительная температура воды, если теплоемкость термометра 20 Дж/К, а до опускания в воду он показывал 20 °С?

**844.** В латунный калориметр массой 200 г влили 400 г воды при 17 °С и опустили тело из серебра массой 600 г при 85 °С. Вода нагрелась до 22 °С. Определить удельную теплоемкость серебра.

**845.** На какую высоту можно было бы поднять гирю массой 1 кг за счет энергии, которую 240 мл воды отдают при охлаждении от 100 до 0 °С?

**846.** Свинцовая пуля, летящая со скоростью 200 м/с, ударяется о препятствие и останавливается. На сколько градусов повысится температура пули при условии, что нагревается только пуля?

**847.** Какое нужно количество теплоты, чтобы 100 г воды при 10 °С довести до кипения и 10 г ее испарить?

**848.** К сосуду, в котором находилось 2 л воды при 20 °С, было подведено 1050 кДж теплоты. Определить массу пара, образовавшегося при кипении воды. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

**849.** Какое количество теплоты выделится при конденсации 20 г водяного пара при 100 °С и охлаждении полученной воды до 20 °С?

850. С какой высоты должны падать дождевые капли, температура которых  $20^{\circ}\text{C}$ , чтобы при ударе о землю они испарились? Сопротивление воздуха не учитывать.

851. Какое тело обладает большей внутренней энергией — кусок льда при  $0^{\circ}\text{C}$  или полученная из этого куска вода при  $0^{\circ}\text{C}$ ?

852. При температуре воздуха  $-5^{\circ}\text{C}$  каждый квадратный метр поверхности водоема теряет каждый час 168 кДж теплоты. Найти толщину слоя льда, образовавшегося за сутки, если температура воды на поверхности водоема  $0^{\circ}\text{C}$ .

853. С какой высоты должен падать град, температура которого  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы градинки при ударе о землю распались? Сопротивление воздуха не учитывать.

854. В сосуде содержится смесь из 200 г воды и 130 г льда при  $0^{\circ}\text{C}$ . Какой будет окончательная температура, если в сосуд ввести 25 г стоградусного пара?

855. С какой скоростью должен двигаться кусок льда, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы при ударе о каменную стену он полностью расплавился?

856. При  $0^{\circ}\text{C}$  почва покрыта слоем снега толщиной 10 см и плотностью  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Какое количество дождевой воды при  $4^{\circ}\text{C}$  расплавит весь слой снега?

857\*. В колбе находилась вода при  $0^{\circ}\text{C}$ . При выкачивании из колбы воздуха часть воды испаряется, а остальная замерзает. Какая часть воды при этом испаряется, если притока тепла извне нет? Удельная теплота испарения воды при этой температуре равна  $2,48 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$ .

858\*. В сосуде нагреваются 1 л воды и 50 г льда, начальная температура которых  $0^{\circ}\text{C}$ . За какое время закипит вода, если мощность нагревателя 500 Вт, а его тепловая отдача 60%? Теплоемкость сосуда не учитывать.

859\*. С какой скоростью влетает метеор в атмосферу Земли, если при этом он нагревается так, что полностью плавится и превращается в пар? Метеорное вещество близко к железу. Начальную температуру метеора принять равной  $273 \text{ К}$ .

### 6.3. Первый закон термодинамики



860. Может ли газ нагреться или охладиться без теплообмена с окружающей средой? Как это происходит?

861. Почему бензин, поступающий в цилиндр двигателя внутреннего сгорания, испаряется в основном не во время такта всасывания, а во время такта сжатия?

862. В каком случае изменение давления газа будет большим: при адиабатическом или изотермическом уменьшении его объема?

863. На графике (рис. 109) изображены адиабата и изотерма для некоторой определенной массы газа. Какая из этих двух кривых показана штриховой линией?

864. Почему, поднимаясь в высокие слои атмосферы, воздух охлаждается?

865. Газ при изотермическом процессе совершает работу. За счет чего это происходит?



866. Почему уровень ртути понижается, если термометр поместить в струю воздуха, вытекающего из камеры волейбольного мяча? Проверьте и объясните.



867. Напишите первый закон термодинамики в следующих случаях: а) теплообмен между телами в калориметре; б) нагрев воды на спиртовке; в) нагрев тела при ударе.

868. В левом сосуде установки, показанной на рисунке 110, находится сжатый реальный газ, а в правом — вакуум. Охладится ли газ, если открыть кран  $K$  и предоставить газу возможность расширяться в правый сосуд до тех пор, когда все придет в равновесие? Охладился ли бы при этих условиях идеальный газ?

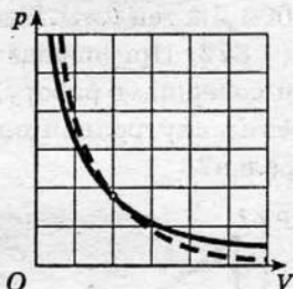


Рис. 109

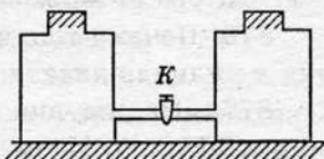


Рис. 110

869. Газу передано при изохорическом процессе 60 МДж теплоты. Чему равно изменение его внутренней энергии?

870. Газ при адиабатическом процессе совершил работу 200 МДж. Как изменилась его внутренняя энергия? Что произошло с газом: охладился или нагрелся?

871. При изотермическом процессе газу передано 6000 Дж теплоты. Чему равна работа, совершенная газом?

872. При передаче газу количества теплоты 17 кДж он совершает работу, равную 50 кДж. Чему равно изменение внутренней энергии газа? Охладился газ или нагрелся?

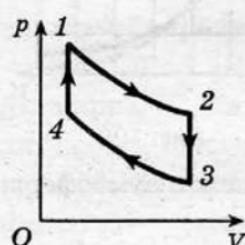


Рис. 111

873. Объем газа, находившегося под давлением 8 МПа, при изобарическом процессе увеличился на  $0,5 \text{ м}^3$ . При этом газу было передано 6 МДж теплоты. Изменилась ли внутренняя энергия газа? На сколько? Нагрелся газ или охладился?

874\*. На рисунке 111 изображен цикл, совершаемый идеальным газом определенной массы. (Участки 1—2, 3—4 — изотермы.) Изобразить этот цикл на графиках  $p(T)$  и  $T(p)$ . На каких участках цикла газ выделяет теплоту и на каких — поглощает?

## 6.4. Термовые двигатели



875. Могли бы работать ветряные двигатели, если бы температура атмосферного воздуха была везде одинакова?

876. Почему топливо, подаваемое в конце такта сжатия в цилиндр дизеля, воспламеняется?

877\*. На рисунке 112, а показан цикл работы термового двигателя. Из каких участков состоит цикл? На каких участках газ находится в контакте с нагревателем и на каких — с холодильником?

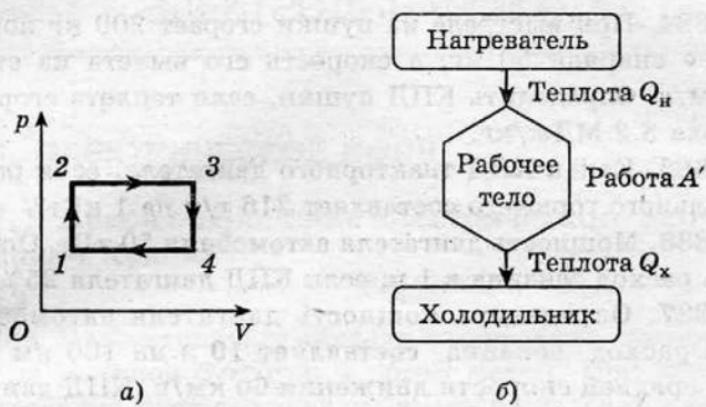


Рис. 112



878. Идеальный тепловой двигатель (рис. 112, б) получает от нагревателя каждую секунду 7,2 МДж теплоты и отдает в холодильник 6,4 МДж. Каков КПД двигателя?

879. Чему равен максимальный коэффициент полезного действия тепловой машины, если температура нагревателя  $280^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $-30^{\circ}\text{C}$ ?

880. Температура воздуха  $-35^{\circ}\text{C}$ , а температура воды в пруду подо льдом  $+1^{\circ}\text{C}$ . Нельзя ли использовать эту разность температур для энергетических целей? Каков КПД тепловой машины при такой разности температур?

881. Температура нагревателя  $150^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $20^{\circ}\text{C}$ . Какую работу совершил идеальный тепловой двигатель, если рабочее тело получит от нагревателя  $10^5$  кДж теплоты?

882. В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше абсолютной температуры холодильника. Нагреватель передал газу (рабочему телу) 40 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

883. Температура нагревателя  $227^{\circ}\text{C}$ . Определить КПД идеального двигателя и температуру холодильника, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, двигатель совершает 350 Дж механической работы.

884. При выстреле из пушки сгорает 200 кг пороха. Масса снаряда 50 кг, а скорость его вылета из ствола 800 м/с. Определить КПД пушки, если теплота сгорания пороха 3,2 МДж/кг.

885. Каков КПД тракторного двигателя, если расход дизельного горючего составляет 216 г/ч на 1 кВт?

886. Мощность двигателя автомобиля 50 кВт. Определить расход бензина в 1 ч, если КПД двигателя 25%.

887. Определить мощность двигателя автомобиля, если расход бензина составляет 10 л на 100 км пути при средней скорости движения 60 км/ч. КПД двигателя 30%.

## 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

### 7.1. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона



888. Наэлектризуйте палочку из оргстекла, натирая ее сначала газетной бумагой, а потом мехом. При помощи электроскопа установите знак заряда на палочке в обоих случаях. Результаты опытов объясните.

889. К тонкой струе воды поднесите наэлектризованную трением расческу. Наблюданное объясните.



890. Для чего к корпусу самоходного комбайна прикреплена цепь, конец которой тянется по земле?

891. На текстильных фабриках нередко нити прилипают к гребням чесальных машин, путаются и рвутся. Для борьбы с этим явлением в цехах искусственно создается повышенная влажность. Объясните физическую сущность этой меры.

892\*. В средней точке между двумя закрепленными одинаковыми зарядами помещен такой же третий незакрепленный заряд. Будет ли он в равновесии и если да, то в каком: устойчивом или неустойчивом?



893. В результате трения с поверхности стеклянной палочки было удалено  $6,4 \cdot 10^{10}$  электронов. Определить электрический заряд на палочке. На сколько уменьшилась масса палочки? Масса электрона  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

894. Два одинаковых проводника, электрические заряды на которых соответственно равны  $+q$  и  $-2q$ , приведены в соприкосновение. Каков заряд каждого проводника после соприкосновения? Соответствует ли ответ закону сохранения заряда?

895. С какой силой отталкиваются два электрона, находящиеся друг от друга на расстоянии  $2 \cdot 10^{-8}$  см?

896. С какой силой взаимодействуют два соседних иона в кристалле поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ), если среднее расстояние между ними  $2,8 \cdot 10^{-8}$  см?

897. Электрические заряды двух туч соответственно равны  $+20$  и  $-30$  Кл. Среднее расстояние между тучами 30 км. С какой силой взаимодействуют тучи?

898. Два положительных заряда  $+q$  и  $+2q$  находятся на расстоянии 10 мм. Заряды взаимодействуют с силой  $7,2 \cdot 10^{-4}$  Н. Определить величину зарядов.

899. На каком расстоянии нужно расположить два заряда  $5 \cdot 10^{-9}$  и  $6 \cdot 10^{-9}$  Кл, чтобы они отталкивались с силой  $12 \cdot 10^{-4}$  Н?

900. Два одинаковых проводящих шарика, обладающие зарядами  $2,67 \cdot 10^{-9}$  и  $0,67 \cdot 10^{-9}$  Кл, находятся на расстоянии 4 см. Их приводят в соприкосновение и удаляют на прежнее расстояние. Найти силы взаимодействия до и после соприкосновения шариков.

901. Находясь на расстоянии 10 см, два одинаковых проводящих шарика притягиваются с силой  $5 \cdot 10^{-5}$  Н. Если шарики привести в соприкосновение, а затем снова развести на такое же расстояние, то сила взаимодействия становится равной  $4 \cdot 10^{-5}$  Н. Определить первоначальные заряды шариков.

902. Два закрепленных заряда  $q_1 = 1,1 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = 4,4 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на расстоянии 12 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?

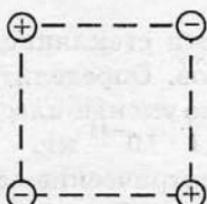


Рис. 113

903. Четыре заряда, равные по модулю, находятся в вершинах квадрата (рис. 113). Будут ли заряды сближаться, разбегаться друг от друга, или вся система будет находиться в равновесии?

904. Два заряда  $-1 \cdot 10^{-8}$  и  $1,5 \cdot 10^{-8}$  Кл расположены на одной прямой  $ABC$  на расстоянии  $|AB| = 10$  см друг от друга.

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем под термином «заряд» следует понимать точечный заряд. Если среда, в которой находятся заряды, не указана, то средой считать вакуум.

Найти силу, действующую на третий заряд  $0,33 \cdot 10^{-9}$  Кл, помещенный на расстоянии  $|BC| = 2$  см от второго заряда.

905. В вершинах квадрата со стороной  $a$  помещены заряды по  $10^{-6}$  Кл. Какой отрицательный заряд нужно поместить в точке пересечения диагоналей, чтобы вся система находилась в равновесии?

906. С какой силой взаимодействуют два заряда  $-2 \cdot 10^{-8}$  и  $-9 \cdot 10^{-8}$  Кл, находясь на расстоянии 9 см в парафине? в стекле?

907. Два заряда взаимодействуют в воде с силой  $3 \cdot 10^{-4}$  Н. С какой силой они будут взаимодействовать в плексигласе?

908\*. Два соприкасающихся шарика, каждый массой 0,25 г, имеющие одинаковые заряды, подвешенные на нитях длиной по 100 см, разошлись на 6 см друг от друга. Чему равен модуль заряда каждого шарика?

909\*. Два одинаковых шарика, подвешенные на нитях длиной по 20 см, соприкасаются друг с другом. Шарикам сообщен общий заряд  $4 \cdot 10^{-7}$  Кл, после чего они разошлись так, что угол между нитями стал равен  $60^\circ$ . Найти массу каждого шарика.

910\*. Два заряда взаимодействуют в вакууме на расстоянии  $r_1$ . На каком расстоянии  $r_2$  их нужно поместить в среде с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

## 7.2. Напряженность электрического поля



911. Начертить графики зависимости напряженности электрического поля точечного заряда  $10^{-9}$  Кл от расстояния для случаев, когда заряд положительный и когда он отрицательный.

912. На заряд  $3 \cdot 10^{-8}$  Кл, внесенный в данную точку поля, действует сила  $2,4 \cdot 10^{-5}$  Н. Найти напряженность поля в данной точке.

913. С какой силой электрическое поле Земли, напряженность которого 100 Н/Кл, действует на тело, заряд которого  $10^{-6}$  Кл?

**914.** В некоторых технических устройствах напряженность электрических полей не превышает значения  $E_1 = 10^7$  Н/Кл. Сравнить эту напряженность с напряженностью  $E_2$  электрического поля ядра на орбите электрона в атоме водорода. Диаметр орбиты  $10^{-10}$  м.

**915.** На расстоянии 5 см от заряда напряженность поля  $1,5 \cdot 10^5$  Н/Кл. Найти величину заряда.

**916.** На каком расстоянии от заряда  $10^{-8}$  Кл напряженность поля равна 300 Н/Кл?

**917.** Какова напряженность поля в точке, в которой на заряд  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл каждый действует сила  $3 \cdot 10^{-4}$  Н? Определить заряд, создающий поле, если рассматриваемая точка удалена от него на 100 мм.

**918.** Расстояние между двумя зарядами по  $+4 \cdot 10^{-9}$  Кл каждый равно 0,6 м. Найти напряженность поля посередине между зарядами.

**919.** Расстояние между зарядами  $+6,4 \cdot 10^{-6}$  и  $-6,4 \cdot 10^{-6}$  Кл равно 12 см. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 8 см от каждого из зарядов.

**920.** В трех вершинах квадрата со стороной 0,4 м находятся одинаковые положительные заряды по  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл. Найти напряженность поля в четвертой вершине.

**921\*.** Расстояние между зарядами  $+q$  и  $+9q$  равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю?

**922\*.** В вертикально направленном однородном электрическом поле находится пылинка массой  $10^{-9}$  г и зарядом  $3,2 \cdot 10^{-17}$  Кл. Какова напряженность поля, если сила тяжести пылинки уравновешена силой электрического поля?

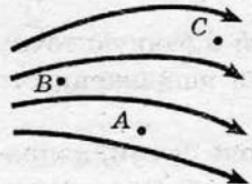


Рис. 114



**923.** Задана картина линий напряженности электрического поля (рис. 114). В какой точке —  $A$ ,  $B$  или  $C$  — сила, действующая на внесенный в поле пробный заряд, будет наибольшей?

### 7.3. Проводники и диэлектрики в электрическом поле



924. Зарядите бумажную гильзу, подвешенную на шелковой нити. Поднесите руку к гильзе. Почему гильза притягивается к руке?

925. Нарисуйте схему молниевыводного устройства. Укажите знак заряда на молниевыводе и земле, когда над ними проходит заряженная туча.



926. Как защищаются работники лаборатории, в которой экспериментируют с сильными электрическими полями, от действия этих полей?

927. Если коснуться стержня заряженного электроскопа пальцем, то электроскоп разрядится. Произойдет ли то же самое, если вблизи электроскопа находится заряженное тело?

928. Как при помощи положительно заряженной палочки зарядить, не уменьшая на ней заряда, один электроскоп положительно, а другой отрицательно?

929. Медному шарику сообщили заряд  $+q$ . Что нужно сделать, чтобы весь заряд шарика передать металлическому стакану?

930. Верно ли, что молниевывод служит только для того, чтобы притягивать к себе молнию и отводить ее в землю?

931. Показание заряженного электрометра уменьшается, если к стержню прибора поднести кусок стекла. Объясните это явление.

932. Можно ли при помощи электризации через влияние получить два куска диэлектрика, называемых разноименно, если диэлектрик разрезать пополам?



933. Какова средняя плотность заряда на поверхности металлического шара радиусом 0,2 м, если заряд на шаре равен  $4\pi \cdot 10^{-8}$  Кл?

934. Какова средняя поверхностная плотность заряда на плоскогоризонтальной металлической тонкой пластине длиной 5 м и шириной 4 м, если заряд на пластине  $2 \cdot 10^{-5}$  Кл?

935. Электрический заряд  $9 \cdot 10^{-9}$  Кл равномерно распределен по поверхности шара радиусом 1 м. Чему равна напряженность поля у поверхности шара? на расстоянии 2 м от центра шара? внутри шара?

936. Определить напряженность электрического поля в любой точке безвоздушного пространства вокруг равномерно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\frac{1}{4\pi} \cdot 10^{-4}$  Кл/м<sup>2</sup>.

937. Определить заряд Земли, если напряженность электрического поля у ее поверхности 100 Н/Кл. Принять радиус земного шара равным 6000 км.

938. В некоторой точке вакуумного пространства вокруг заряда напряженность электрического поля равна  $9 \cdot 10^8$  Н/Кл. Какова будет напряженность поля в той же точке, если пространство вокруг заряда заполнить дистиллированной водой? керосином?

#### 7.4. Разность потенциалов. Потенциал



939. Сравнить работы поля по перемещению заряда  $q$  по каждой из линий напряженности электрического поля (рис. 115).

940. Электрический заряд  $+q$  перемещен по замкнутому контуру ABCDA (рис. 116). На каких участках работа

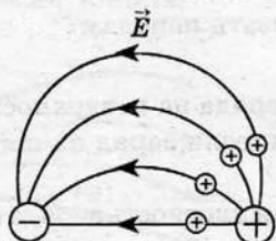


Рис. 115

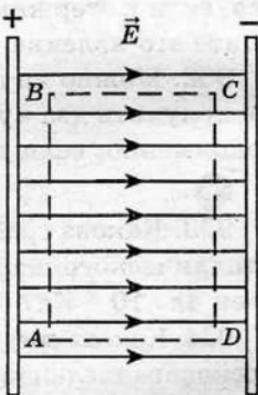


Рис. 116

поля по перемещению заряда была положительной? отрицательной? равной нулю? Какова работа по перемещению заряда по всему контуру?

941. В однородном электрическом поле с напряженностью  $6 \cdot 10^{-5}$  Н/Кл перемещается заряд  $7 \cdot 10^{-8}$  Кл на расстояние 8 см под углом  $60^\circ$  к линиям напряженности. Определить работу поля по перемещению этого заряда.

942. Какова разность потенциалов двух точек электрического поля, если при перемещении заряда  $2 \cdot 10^{-6}$  Кл между этими точками полем совершена работа  $8 \cdot 10^{-4}$  Дж?

943. Какую работу нужно совершить, чтобы переместить заряд  $5 \cdot 10^{-8}$  Кл между двумя точками электрического поля с разностью потенциалов 1600 В?

944. Постоянные потенциалы двух заряженных проводников относительно земли соответственно равны 24 и -8 В. Какую работу нужно совершить, чтобы перенести заряд  $+8 \cdot 10^{-7}$  Кл со второго проводника на первый?

945. При внесении заряда  $10^{-6}$  Кл из бесконечности в данное электрическое поле была произведена работа  $6 \cdot 10^{-5}$  Дж. Каков по отношению к бесконечности потенциал точки поля, в которую внесен заряд?

946. Какую кинетическую энергию дополнительно получит электрон, пройдя разность потенциалов 1 МВ?

947. Заряженная частица после прохождения разности потенциалов 1 кВ приобретает энергию 8000 эВ. Определить заряд частицы, выразив его через заряд электрона.

948. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 0 до 8000 км/с?

949. Два заряда по  $5,55 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на расстоянии 1 м. Какую работу нужно совершить, чтобы сблизить заряды до 10 см?

950. Найти потенциал точки электрического поля, удаленной от заряда  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Кл на расстояние 10 см.

951. Заряды  $+1 \cdot 10^{-8}$  и  $-1 \cdot 10^{-8}$  Кл находятся на расстоянии 30 см друг от друга. Найти потенциал точки, которая находится на линии, соединяющей заряды, в 10 см от первого и 20 см от второго зарядов.

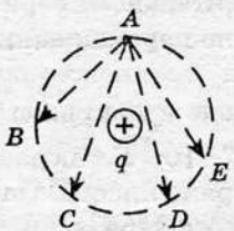


Рис. 117

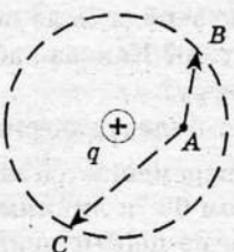


Рис. 118

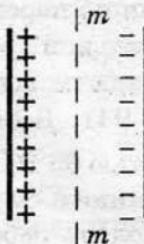


Рис. 119

952. Два одноименных заряда  $11 \cdot 10^{-9}$  и  $22 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на расстоянии  $r = 80$  см друг от друга. Определить (графически), в какой точке поля на прямой между зарядами потенциалы полей (по модулю) обоих зарядов одинаковы.

953. В электрическом поле заряда  $+q$  из точки  $A$  в точки  $B, C, D, E$  (рис. 117) перемещали один и тот же заряд  $q'$ . Сравнить работы поля при этих перемещениях заряда  $q'$ .

954. В электрическом поле точечного заряда  $q$  перемещали из точки  $A$  один и тот же заряд  $q'$  в точки  $B$  и  $C$  (рис. 118). Сравнить работы по перемещению зарядов в обоих случаях.

955. Разность потенциалов между заряженными пластинами равна 50 В (рис. 119). Какова разность потенциалов между каждой пластиной и землей и каков потенциал в точках на прямой  $tt$ , если отрицательно заряженная пластина заземлена?

956. Разность потенциалов между двумя пластинами равна 900 В. Какую скорость приобретает электрон, пролетев из состояния покоя расстояние от одной пластины к другой?

## 7.5. Связь напряженности и разности потенциалов



957. Между двумя параллельными плоскими металлическими пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  расстояние 2 см и разность потенциалов 300 В. Как изменится разность потенциалов, если пластины раздвинуть до 6 см?

**958.** Между двумя параллельными плоскими металлическими пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  напряжение 3 кВ, а расстояние 30 мм. Построить графики изменения напряженности поля между пластинами и потенциала (относительно земли). Отрицательно заряженная пластина заземлена.

**959.** Разность потенциалов между двумя параллельными плоскими металлическими пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  равна 1 кВ, расстояние между пластинами 10 см. Какая сила будет действовать на заряд  $10^{-4}$  Кл, помещенный между пластинами?

**960.** Заряд с шара стекает в воздух при напряженности электрического поля вблизи поверхности шара  $2 \cdot 10^4$  В/см. До какого потенциала удастся зарядить металлический шар радиусом 0,1 м?

**961.** Какого радиуса должен быть шар, чтобы его можно было зарядить в воздухе до потенциала 1 МВ (см. задачу 962)?

**962\*.** Пылинка массой  $10^{-8}$  г находится между горизонтальными пластинами, к которым приложено напряжение 5 кВ. Расстояние между пластинами 5 см. Каков заряд пылинки, если она висит в воздухе?

**963\*.** Между двумя параллельными горизонтальными пластинами с разностью потенциалов 0,7 кВ висит капелька масла, радиус которой 1,5 мкм. Расстояние между пластинами 0,4 см, плотность масла  $0,8 \text{ г}/\text{см}^3$ . Найти заряд капли.

## 7.6. Электроемкость. Конденсаторы



**964.** Приблизьте палец к шарику заряженного электроскопа. Листочки сойдутся. Уберите палец, и листочки снова разойдутся. Как объяснить результаты опыта?



**965.** Уединенному металлическому проводнику сообщили заряд  $10^{-9}$  Кл, зарядив до потенциала 100 В. Определить электроемкость проводника в фарадах, микрофарадах и пикофарадах.

**966.** Определить электроемкость уединенного металлического шара радиусом 10 см, если шар находится в вакууме? опущен в дистиллированную воду?

**967.** Рассматривая земной шар как уединенный проводник, определить его электроемкость ( $R = 6400$  км).

**968.** Электроемкости двух металлических шаров 10 и 20 пФ, а заряды на них  $1,7 \cdot 10^{-8}$  и  $3 \cdot 10^{-8}$  Кл соответственно. Будут ли перемещаться заряды с одного шара на другой, если их соединить проволокой?

**969.** Электрический заряд на одном шарике  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл, а на другом  $10^{-7}$  Кл. Электроемкости шариков 2 и 3 пФ соответственно. Найти окончательное распределение зарядов на шариках, после того как они будут соединены проволокой.

**970.** Какой заряд накопит конденсатор электроемкостью 1 мкФ, если его зарядить до напряжения 100 В? до напряжения 200 В?

**971.** Какова электроемкость конденсатора, которому от источника напряжения 120 В сообщается заряд  $6 \cdot 10^{-5}$  Кл?

**972.** До какого напряжения нужно зарядить конденсатор электроемкостью 4 мкФ, чтобы ему передать заряд  $4,4 \cdot 10^{-4}$  Кл?

**973.** Площадь пластины слюдяного конденсатора  $15 \text{ см}^2$ , а расстояние между пластинами 0,02 см. Какова электроемкость конденсатора?

**974.** В плоском конденсаторе увеличили расстояние между пластинами в 3 раза, а площадь пластин уменьшили в 2 раза. Как изменилась электроемкость конденсатора?

**975.** Какова толщина диэлектрика (слюды) между пластинами конденсатора электроемкостью 500 пФ, имеющего две пластины площадью по  $10 \text{ см}^2$  каждая?

**976.** При изготовлении конденсатора электроемкостью 200 пФ на пропарифиненную бумагу толщиной 0,2 мм наклеивают с обеих сторон по кружку алюминиевой фольги. Каким должен быть диаметр кружков?

**977.** Диэлектриком в конденсаторе служит пропарифиненная бумага толщиной 0,15 мм с пробивной напряженностью 15 кВ/мм. Каково максимально допустимое на-

пряжение, которое можно подвести к конденсатору при запасе электрической прочности 2,25?

978. Имеются два конденсатора  $C_1 = 2 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 4 \text{ мкФ}$ . Какова общая электроемкость при их параллельном соединении? при последовательном соединении?

979. Имеются конденсаторы электроемкостью 4, 5, 10 и 20 мкФ. Какова общая электроемкость при их параллельном соединении? при последовательном соединении?

980. Определить электроемкость батареи конденсаторов, соединенных по схеме, приведенной на рисунке 120, если  $C_1 = 10 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 15 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 6 \text{ мкФ}$  и  $C_4 = 2 \text{ мкФ}$ .

981. Определить общую электроемкость батареи конденсаторов, включенных по схеме, приведенной на рисунке 121, если  $C_1 = 4 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 6 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 10 \text{ мкФ}$  и  $C_4 = 5 \text{ мкФ}$ .

982. Конденсатор электроемкостью  $C_1 = 2 \text{ мкФ}$  заряжают до напряжения  $U_1 = 110 \text{ В}$ . Затем, отключив от сети, его присоединяют к незаряженному конденсатору неизвестной электроемкости  $C_2$ , который при этом заряжается до напряжения  $U_2 = 44 \text{ В}$ . Определить электроемкость  $C_2$  второго конденсатора.

983. Конденсатор переменной электроемкости состоит из 12 пластин площадью  $10 \text{ см}^2$  каждая. Воздушный зазор между смежными пластинами равен 1 мм. Какова полная электроемкость конденсатора?

984. Определить энергию электрического поля плоского конденсатора электроемкостью 20 мкФ, если напряжение, приложенное к конденсатору, 220 В.

985. Заряд конденсатора  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$ , напряжение между его пластинами 500 В. Определить энергию электрического поля конденсатора.

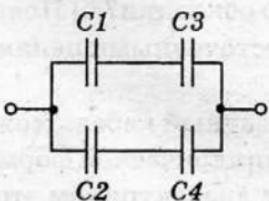


Рис. 120

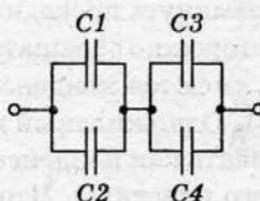


Рис. 121

**986.** Электроемкость конденсатора  $6 \text{ мкФ}$ , а заряд  $3 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$ . Определить энергию электрического поля конденсатора.

**987.** Какое количество теплоты выделяется в проводнике при разряде через него конденсатора электроемкостью  $100 \text{ мкФ}$ , заряженного до разности потенциалов  $1,2 \text{ кВ}$ ?

**988.** Импульснуюстыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора электроемкостью  $1000 \text{ мкФ}$ , заряженного до напряжения  $1500 \text{ В}$ . Какова средняя полезная мощность разрядного импульса, если его длительность  $2 \text{ мкс}$  и КПД установки равен  $4\%$ ?

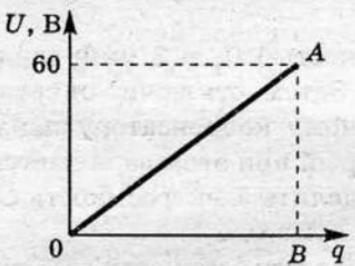


Рис. 122

**989.** Конденсатор электроемкостью  $5 \text{ мкФ}$  заряжают до  $60 \text{ В}$ , как показано на рисунке 122. а) По графику определить работу, совершенную при зарядке конденсатора. б) Чем на графике характеризуется электроемкость конденсатора? в) Как изменится вид графика, если диэлектрик конденсатора заменить другим, имеющим большую диэлектрическую проницаемость?



**990.** Конденсатор подключен к источнику напряжения. а) Разрядится ли конденсатор, если отсоединить любую пластину от источника? отсоединить обе обкладки от источника? заземлить одну из обкладок, отключив конденсатор от источника? отключив конденсатор от источника, замкнуть проводником его обкладки? б) Почему следует осторожно обращаться с обесточенными цепями, в которых имеются конденсаторы?

**991.** Одножильный изолированный кабель можно рассматривать как конденсатор цилиндрической формы. Укажите его пластины. Что служит диэлектриком этого конденсатора?

**992.** Конденсатор подключен к аккумулятору. Расстояние между пластинами конденсатора уменьшили в 2 раза. Изменились ли разность потенциалов между пластинами, напряженность поля между ними и заряд конденсатора?

**993.** Конденсатор отключили от аккумулятора, после чего расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза. Как изменились заряд, напряженность поля и разность потенциалов между пластинами?

**994.** В пространстве между пластинами плоского воздушного конденсатора вводится параллельно им третья пластина. Изменится ли в связи с этим электроемкость конденсатора?

**995.** Почему электролитические конденсаторы могут иметь большую электроемкость, чем конденсаторы других типов?

**996.** Для измерения малых сил применяют конденсаторный микродинамометр. На рисунке 123, *a* – *в* показаны три варианта такого прибора. Какой принципложен в основу устройства каждого варианта?

**997.** Как проверить исправность конденсатора переменной емкости (нет ли касания пластин) с помощью лампочки и батарейки от карманного фонаря?

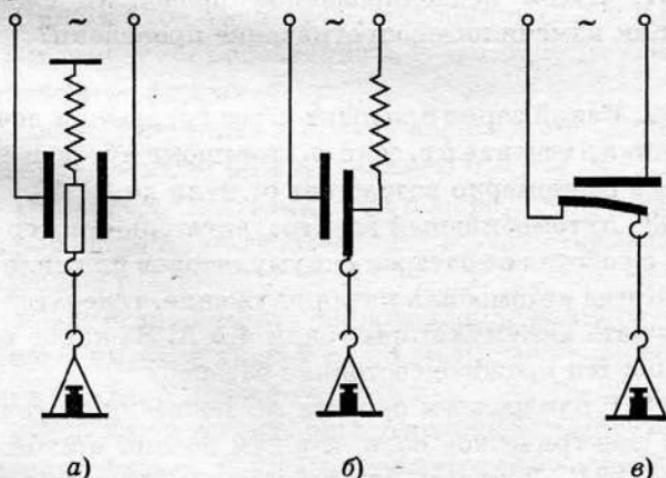


Рис. 123

**998.** Конденсатор подключен к аккумулятору. Раздвигая пластины конденсатора, мы преодолеваем силы электростатического притяжения между пластинами, совершая работу и, следовательно, затрачивая энергию. Как изменяется энергия конденсатора? На что идет совершенная работа?

**999.** Воздушный конденсатор заряжен от источника напряжения и отключен от него. После этого расстояние между пластинами увеличили вдвое. Как изменилась энергия электрического поля конденсатора?

## **8. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

### **8.1. Сила тока. Сопротивление.**

#### **Закон Ома для участка цепи**



**1000.** Скорость направленного движения электронов проводимости по проволоке не так уж велика — несколько миллиметров в секунду. Как в связи с этим объяснить то, что электрическая лампочка зажигается одновременно с замыканием цепи?



**1001.** Кусок неизолированной проволоки сложили вдвое. Как изменилось сопротивление проволоки?



**1002.** Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника в течение 5 с, если за этот промежуток времени сила тока равномерно возрастает от нуля до 12 А?

**1003.** Автомобильный электродвигатель-стартер в течение 3 с работал от батареи аккумуляторов при силе тока 150 А. Когда автомобиль начал движение, генератор стал подзаряжать аккумуляторы током 4,5 А. За какое время восстановится прежнее состояние батареи?

**1004.** В однородном проводе *AC* постоянного сечения создано электрическое поле, и в нем возник постоянный ток (рис. 124). Доказать, что на участке *AB* напряжение больше, чем на участке *BC*.

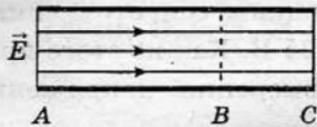


Рис. 124

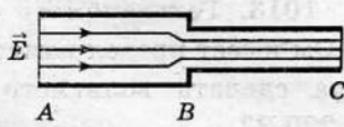


Рис. 125

**1005.** В однородном проводе переменного сечения создано электрическое поле, и в нем возник постоянный ток (рис. 125). Длина участка  $AB$  равна длине участка  $BC$ . Доказать, что напряжение на участке  $AB$  меньше, чем на участке  $BC$ .

**1006.** В проводнике переменного сечения (см. рис. 125) создан постоянный ток. Однакова ли напряженность электрического поля на участках  $AB$  и  $BC$ ? Однакова ли средняя скорость направленного движения электронов проводимости на обоих участках? Однакова ли сила тока на участках?

**1007.** Квадратные медные пластины одинаковой толщины, площади которых  $1 \text{ см}^2$  и  $1 \text{ м}^2$ , включены в цепь (рис. 126). Доказать, что электрические сопротивления пластин одинаковы.

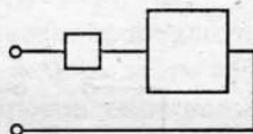


Рис. 126

**1008.** Фехралевая проволока длиной 2,5 м и сечением  $0,5 \text{ мм}^2$  имеет сопротивление 5,47 Ом. Каково удельное сопротивление фехрала?

**1009.** Определить сопротивление и длину никелиновой проволоки массой 88 г и сечением  $0,5 \text{ мм}^2$ .

**1010.** Определить площадь поперечного сечения и длину проволоки из алюминия, если ее сопротивление 0,1 Ом и масса 54 г.

**1011.** Как измерить сопротивление данного вольтметра, если имеется другой вольтметр, сопротивление которого известно? Начертить схему.

**1012.** Как измерить сопротивление данного амперметра, если имеется другой амперметр, сопротивление которого известно? Начертить схему.

**1013.** Гальванометр с внутренним сопротивлением 50 Ом имеет предел измерения 0,25 В. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до 200 В?

**1014.** Имеется амперметр со шкалой на 5 А. Что нужно сделать, чтобы превратить его в амперметр с пределом измерения 50 А? Внутреннее сопротивление прибора 0,1 Ом.

**1015.** Гальванометр сопротивлением 0,1 Ом и ценой деления 1 мА зашунтирован стальной проволокой длиной 10 см и сечением 1,2 мм<sup>2</sup>. Определить новую цену деления.

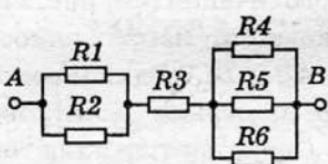


Рис. 127

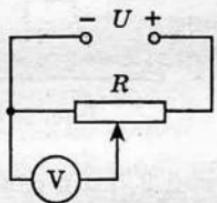


Рис. 128

**1016\*.** Найти силы токов в разных участках цепи, приведенной на рисунке 127, если напряжение  $U_{AB} = 48$  В,  $R_1 = R_3 = 3$  Ом;  $R_2 = 6$  Ом,  $R_4 = 5$  Ом,  $R_5 = 10$  Ом и  $R_6 = 30$  Ом.

**1017\*.** К потенциометру (рис. 128) подведено постоянное напряжение 110 В. Сопротивление потенциометра 4 кОм, а сопротивление вольтметра 10 кОм. Движок поставлен посередине потенциометра. Какое напряжение показывает вольтметр?

**1018\*.** Найти силу тока во всех резисторах (рис. 129) и в неразветвленной части цепи, а также подведенное к цепи напряжение  $U$ , если амперметр показывает 10 А. Известны:  $R_1 = 6,4$  Ом;  $R_2 = 4,2$  Ом;  $R_3 = 12$  Ом;  $R_4 = 6$  Ом;  $R_5 = 3$  Ом;  $R_6 = 8$  Ом;  $R_7 = 20$  Ом.

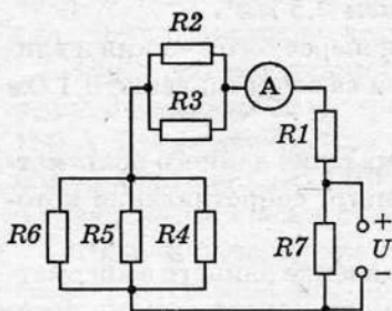


Рис. 129

## **8.2. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи**



**1019\***. Как экспериментально определить знаки полюсов батарейки (гальванического элемента)? Предложить несколько способов.

**1020.** 1. Объяснить, почему при коротком замыкании напряжение на зажимах источника тока равно нулю.

2. При каких двух значениях внешнего сопротивления цепи мощность тока в ней равна нулю?



**1021.** Какова ЭДС источника тока, если сторонние силы совершают 20 Дж работы при перемещении заряда 10 Кл внутри источника тока от одного полюса к другому?

**1022.** ЭДС источника тока равна 12 В. Какую работу совершают сторонние силы при перемещении заряда 50 Кл внутри источника от одного полюса к другому?

**1023.** ЭДС элемента 1,5 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Какой будет наибольшая сила тока от этого элемента? Определить силу тока, если сопротивление внешней цепи равно 0,5 Ом; 1 Ом; 2 Ом.

**1024.** Каково внутреннее сопротивление элемента, если его ЭДС равна 1,2 В и при внешнем сопротивлении 5 Ом сила тока равна 0,2 А?

**1025.** ЭДС источника тока равна 3,7 В, а внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Он замкнут на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах источника тока?

**1026.** ЭДС батареи 6 В, ее внутреннее сопротивление 0,5 Ом, сопротивление внешней цепи 11,5 Ом. Найти силу тока в цепи, напряжение на зажимах батареи и падение напряжения внутри батареи.

**1027.** К источнику тока, внутреннее сопротивление которого 2 Ом, подключены параллельно две лампочки сопротивлением 8 Ом каждая. Амперметр в неразветвленной части цепи показывает 2 А. Что покажет амперметр, если одна из ламп перегорит?

**1028.** При подключенной внешней цепи напряжение на полюсах источника тока равно 9 В, а сила тока в цепи 1,5 А. Каковы внутреннее сопротивление источника и сопротивление внешней цепи? ЭДС источника тока 15 В.

**1029.** К полюсам источника тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом присоединен кусок никелиновой проволоки длиной 2,1 м и сечением  $0,21 \text{ мм}^2$ . Каково напряжение на зажимах источника тока?

**1030.** Какой длины нужно взять кусок стальной проволоки сечением  $0,2 \text{ мм}^2$ , чтобы, присоединив его к полюсам источника тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением 1,2 Ом, получить в цепи силу тока 250 мА?

**1031.** К полюсам источника тока присоединяют поочередно резисторы сопротивлением 4,5 Ом и 10 Ом. При этом сила тока в цепи оказывается равной 0,2 и 0,1 А соответственно. Найти ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление.

**1032.** В проводнике сопротивлением  $R = 2 \text{ Ом}$ , подключенном к гальваническому элементу с  $\mathcal{E} = 1,1 \text{ В}$ , сила тока  $I = 0,5 \text{ А}$ . Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

**1033.** При сопротивлении внешней цепи 1 Ом напряжение на зажимах источника тока 1,5 В, а при сопротивлении 2 Ом напряжение 2 В. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

**1034.** Напряжение на участке цепи 5 В, а сила тока 3 А. Когда напряжение повысили до 8 В, сила тока увеличилась до 4 А. Имеется ли на данном участке источник тока? Если такой источник есть, то какова его ЭДС?

**1035.** При зарядке батареи аккумуляторов сила тока равна 2,5 А, а напряжение на зажимах батареи 12,5 В. ЭДС батареи 12 В. Каково внутреннее сопротивление батареи?

**1036.** Батарея аккумуляторов подключена для зарядки к источнику тока с напряжением 12 В. Внутреннее сопротивление батареи 1 Ом. Какова ЭДС батареи, если при зарядке сила тока равна 500 мА?

**1037.** В цепи, схема которой приведена на рисунке 130, вольтметр при положении 1 переключателя показывает 2 В; при положении 2 переключателя амперметр показывает 0,8 А. Сопротивление резистора  $R = 2$  Ом. Определить внутреннее сопротивление источника тока. Сопротивлением амперметра пренебречь, сопротивление вольтметра велико.

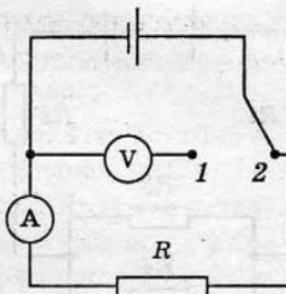


Рис. 130

**1038.** Генератор с ЭДС, равной 100 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом в течение 5 ч заряжает батарею аккумуляторов. ЭДС батареи 75 В, ее внутреннее сопротивление 0,15 Ом. Сопротивление проводов 0,35 Ом. Найти напряжение на зажимах генератора и напряжение на зажимах аккумуляторной батареи во время зарядки. Какой заряд проходит через аккумуляторную батарею за 5 ч?

**1039.** Зависимость напряжения на клеммах аккумулятора от сопротивления нагрузки выражается равенством  $U = 15R/(2R + 3)$ . Найти ЭДС аккумулятора и его внутреннее сопротивление.

**1040.** Три гальванических элемента, каждый из которых имеет ЭДС 2 В и внутреннее сопротивление 0,35 Ом, соединены в батарею последовательно. К полюсам подключены два проводника сопротивлением 2 и 8 Ом, соединенные между собой параллельно. Определить напряжение на зажимах батареи и силу тока в каждом из проводников.

**1041.** Два гальванических элемента, каждый из которых имеет внутреннее сопротивление 0,5 Ом и ЭДС 1,5 В, соединены в батарею параллельно. К полюсам батареи подключена два проводника сопротивлением 1 и 3 Ом, соединенные между собой параллельно. Найти силу тока в каждом из проводников, если сопротивление соединительных проводов (считая от узлов параллельного соединения) 4 Ом.

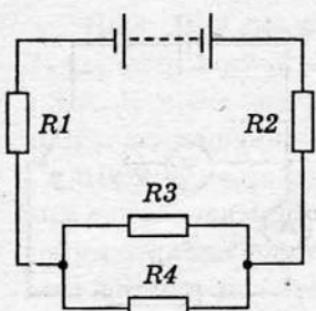


Рис. 131

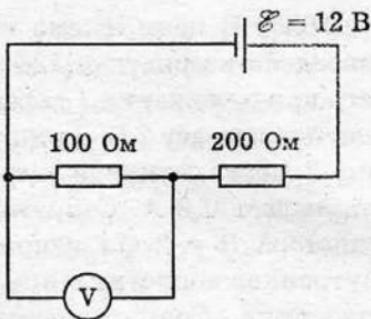


Рис. 132

**1042.** ЭДС батареи (рис. 131) 3 В, ее внутреннее сопротивление 1 Ом, сопротивления резисторов:  $R_1 = R_2 = 1,75$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом,  $R_4 = 6$  Ом. Какова сила тока в резисторе  $R_4$ ?

**1043.** Внутреннее сопротивление батареи (рис. 132) относительно мало, а сопротивление вольтметра 200 Ом. Какое напряжение показывает вольтметр?

**1044.** Каковы сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  (рис. 133), если ЭДС источника тока 12 В, напряжение на лампочке 6 В, ее сопротивление 9 Ом и сила тока в неразветвленной части цепи 2 А? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

**1045\*.** При подключении к источнику тока с ЭДС, равной 10,8 В, двух проводников, соединенных между собой параллельно, сила тока в неразветвленной части цепи оказалась равной 2,7 А. Когда же эти проводники соединили

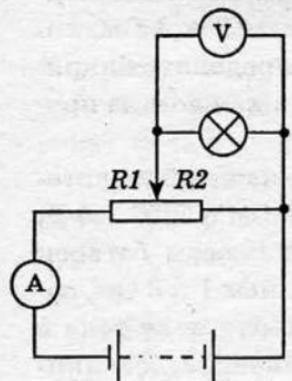


Рис. 133

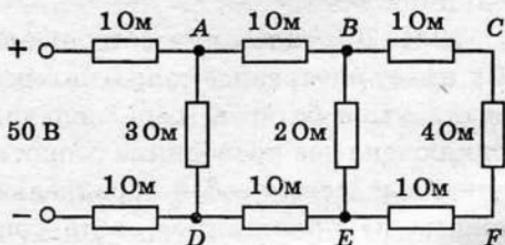


Рис. 134

последовательно, сила тока в цепи стала равной 0,6 А. Найти сопротивления проводников. Внутреннее сопротивление источника тока принять равным нулю.

**1046\***. Какое напряжение покажет вольтметр, присоединенный к точкам *A* и *D*, *B* и *E*, *C* и *F* (рис. 134)?

**1047\***. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источников тока, если при внешнем сопротивлении цепи 2 Ом сила тока равна 0,8 А, а при внешнем сопротивлении 3 Ом сила тока равна 0,6 А.

### 8.3. Работа и мощность постоянного тока



**1048.** Можно ли от аккумулятора получить при разрядке всю энергию, которая была затрачена при его зарядке? Почему?

**1049.** Почему включение реостата понижает КПД электрической цепи?

**1050.** В каком из четырех резисторов (рис. 135) при протекании тока выделится большее количество теплоты?

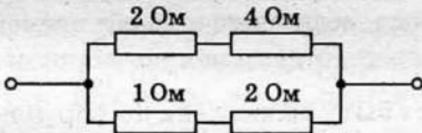


Рис. 135



**1051.** Найти работу тока в течение 1 мин и мощность тока, если: а) сопротивление цепи 2 Ом, сила тока 100 мА; б) сила тока 5 А, напряжение на концах цепи 0,1 кВ; в) сопротивление цепи 0,1 кОм, напряжение 100 В.

**1052.** Два проводника сопротивлением 10 и 23 Ом включены в сеть напряжением 100 В. Какое количество теплоты выделится каждую секунду в каждом проводнике, если их соединить: а) последовательно; б) параллельно?

**1053.** Какова должна быть сила тока в нагревателе сопротивлением 100 Ом, чтобы в течение 1 с расплавился 1 г тающего льда? нагрелся 1 г воды от точки плавления до точки кипения? превратился в пар 1 г кипящей воды?

**1054\*.** ЭДС источника тока 2 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом. Какова сила тока в цепи, если мощность тока во внешней цепи 0,75 Вт? Объяснить физический смысл двух ответов.

**1055\*.** К полюсам гальванического элемента присоединяют поочередно проволочные спирали сопротивлением 4 и 9 Ом. В обоих случаях мощность электрического тока оказывается одинаковой. Определить внутреннее сопротивление элемента.

**1056.** Четыре аккумулятора, каждый из которых имеет ЭДС 2 В и внутреннее сопротивление 0,8 Ом соединены в батарею последовательно. К полюсам батареи присоединен проводник сопротивлением 4,8 Ом. Найти силу тока и полную мощность тока во всей цепи.

**1057.** За какое время подъемный кран поднимает груз массой 5 т на высоту 3 м, если используемый на кране электродвигатель постоянного тока работает под напряжением 220 В и потребляет ток 60 А? КПД крана 80%.

**1058\*.** Электрический чайник имеет два нагревательных элемента, соединенных параллельно. Если в сеть включить первый элемент, вода закипит через 30 мин; если включить второй элемент, вода закипит через 20 мин. За какое время закипит вода, если включить оба элемента?

**1059\*.** Мощность, отдаваемая источником тока во внешнюю цепь, может быть вычислена по формуле  $P = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$ , где  $R$  — сопротивление внешней цепи,  $r$  — внутреннее сопротивление источника тока. Доказать, что мощность максимальна при  $R = r$ .

## 9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

### 9.1. Магнитные взаимодействия

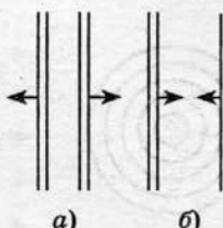


**1060.** Как проявляется третий закон Ньютона в опыте Эрстеда (рис. 136)?

**1061.** Каковы направления токов в параллельных проводах, если силы взаимодействия направлены так, как показано на рисунках 137, а, б?



Рис. 136



*a)*

*b)*

*c)*

Рис. 137



*a)*

*b)*

*c)*

Рис. 138

1062. Как взаимодействуют параллельные токи, направленные так, как указано на рисунках 138, *a* — *c*?

1063. Как взаимодействуют два воздушных провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются друг от друга?

1064. Почему струя жидкого расплавленного металла при пропускании по ней тока сужается?

1065. Определить направление магнитного поля и полюсы магнитов, если магнитная стрелка установилась так, как показано на рисунке 139.

1066. Определить направление магнитного поля и полюсы магнитов, если рамка с током повернулась и установилась так, как показано на рисунке 140.

1067. Почему в опыте Эрстеда магнитные стрелки расположились так, как показано на рисунке 141? Показать

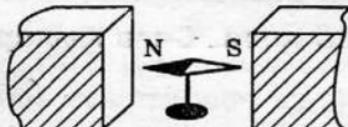


Рис. 139

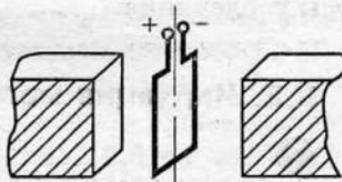


Рис. 140

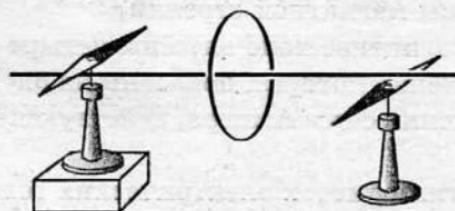


Рис. 141

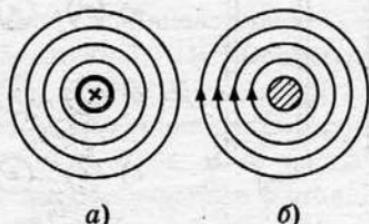


Рис. 142

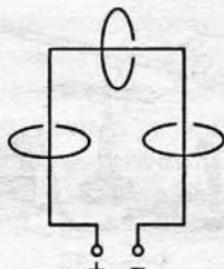


Рис. 143

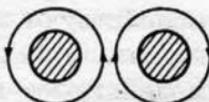


Рис. 144

направление линий индукции магнитного поля тока и направление тока в проводнике.

**1068.** 1. Каково направление магнитного поля постоянного тока в проводнике (рис. 142, а)?

2. В каком направлении создан постоянный ток в проводнике (рис. 142, б)?

**1069.** Показать направление линий индукции магнитного поля рамки с током (рис. 143).

**1070.** Направление тока в обмотке дугообразного электромагнита показано стрелками (рис. 144). Определить полюсы сердечника.

## 9.2. Индукция магнитного поля. Сила Ампера



**1071.** На рисунке 142, а показано магнитное поле прямого тока. Каково направление сил, действующих в этом поле на полюсы магнитной стрелки?

**1072.** В магнитное поле внесены четыре провода с токами, направления которых показаны на рисунке 145. Каковы направления силы Ампера, действующей на каждый провод?

**1073.** Витки обмоток электрических генераторов или трансформаторов могут деформироваться и даже разор-

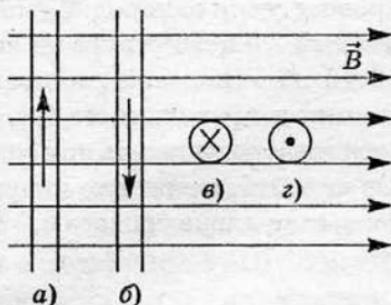


Рис. 145

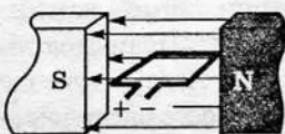


Рис. 146

ваться при прохождении по ним очень большого тока (тока короткого замыкания). Объясните это явление.

**1074.** Стальной корпус морских судов намагничивается в магнитном поле Земли. Плавающие в море мины взрываются при приближении такого судна. Чтобы уберечь корабль от мин, корпус судна обвивают кабелем с током. В чем суть такого способа защиты судна?



**1075.** Подключите к батарейке школьную маленькую модель электродвигателя. Поменяйте местами концы проводов, идущих от батарейки. Почему не меняется направление вращения якоря?



**1076.** Определить магнитную индукцию поля, в котором на рамку с током 5 А действует момент сил 0,02 Н · м. Длина рамки 20 см, ширина 10 см (рис. 146).

**1077.** Определить наибольшее и наименьшее значения силы, действующей на провод длиной 0,6 м с током 10 А при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1,5 Тл.

**1078.** Какая сила действует на провод длиной 10 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2,6 Тл, если сила тока в проводе 12 А, а угол между направлением тока и линиями магнитной индукции  $90^\circ$ ?  $30^\circ$ ?

**1079.** На проводник длиной 50 см с током 2 А однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,1 Тл действует с силой 0,05 Н. Вычислить угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

**1080.** Какова сила тока в проводе, если однородное магнитное поле с магнитной индукцией 2 Тл действует на его участок длиной 20 см с силой 0,75 Н? Угол между направлением линий магнитной индукции и проводником  $49^\circ$ .

**1081.** На провод обмотки якоря электродвигателя при силе тока 20 А действует сила 1 Н. Определить магнитную индукцию в месте расположения провода, если длина провода 0,2 м.

### 9.3. Сила Лоренца



**1082.** Действует ли сила Лоренца: а) на незаряженную частицу в магнитном поле; б) на заряженную частицу, покоящуюся в магнитном поле; в) на заряженную частицу, движущуюся вдоль линии магнитной индукции поля?

**1083.** Скорость электрона  $e$  направлена из-за чертежа к читателю (рис. 147). В каком направлении отклонится электрон под действием магнитного поля?

**1084.** В какую сторону отклонится горизонтальный пучок положительных ионов, если к нему сверху поднести магнит (рис. 148)?

**1085.** На рисунке 149,  $a$  —  $c$  показаны движения одинаково заряженных частиц в однородном магнитном поле. Как была направлена начальная скорость каждой частицы при входе в магнитное поле?

**1086\*.** Почему параллельные провода с одинаково направленными токами всегда притягиваются, а параллельные электронные пучки, в которых электроны движутся в одном и том же направлении, могут отталкиваться?

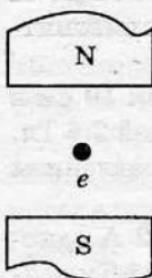


Рис. 147



Рис. 148

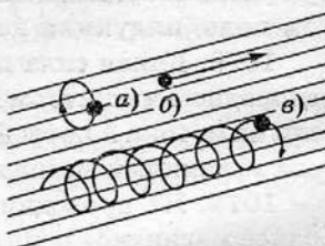


Рис. 149

**1087.** Электрон движется в вакууме со скоростью  $3 \cdot 10^6$  м/с в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1 Тл. Чему равна сила, действующая на электрон, если угол между направлениями скорости электрона и магнитной индукции равен  $90^\circ$ ?

**1088.** Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл; его скорость равна  $10^4$  км/с и направлена перпендикулярно к линиям индукции. Определить силу, действующую на электрон, и радиус окружности, по которой он движется.

**1089.** Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В, влетает в однородное магнитное поле, магнитная индукция которого равна 0,33 Тл, и движется по окружности. Найти радиус окружности. Будет ли изменяться энергия протона при движении в этом магнитном поле?

**1090.** Одновалентный ион начинает двигаться из состояния покоя и проходит ускоряющую разность потенциалов  $U$ . Попав затем в однородное магнитное поле с индукцией  $B$ , ион описывает окружность радиусом  $R$ . Найти импульс  $p$  ионса, его скорость  $v$  и массу  $m$ .

**1091.** Электрон и протон, двигаясь с одинаковыми скоростями, попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. Сравнить радиусы кривизны  $R_e$  и  $R_p$  траекторий электрона и протона.

**1092.** Электрон и протон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. Сравнить радиусы кривизны  $R_e$  и  $R_p$  траекторий электрона и протона.

**1093\*.** В телевизионной трубке (рис. 150) две катушки отклоняют электронный луч в горизонтальном направлении. Каким должно быть направление тока в обмотках катушек, чтобы пятно на экране сместились от нас?

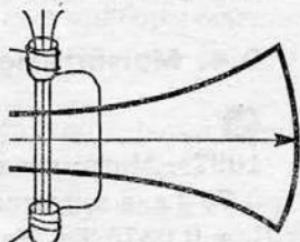


Рис. 150

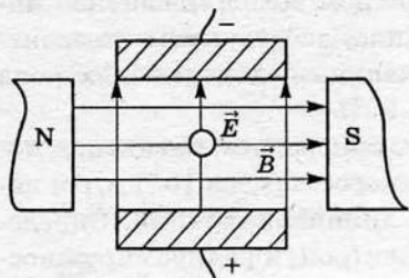


Рис. 151

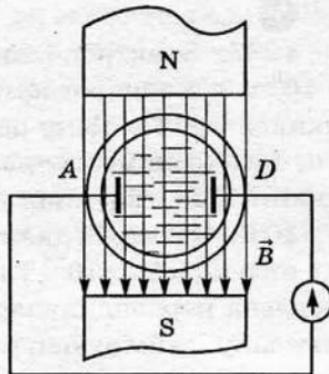


Рис. 152

**1094\***. Электрон начинает двигаться в электрическом поле из состояния покоя и, пройдя разность потенциалов 220 В, попадает в однородное магнитное поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл, где он движется по круговой траектории радиусом  $10^{-2}$  м. Определить массу электрона.

**1095\***. Заряженная частица движется в направлении, перпендикулярном к плоскости чертежа (рис. 151), в магнитном поле с индукцией  $B = 6 \cdot 10^{-4}$  Тл и электрическом поле с напряженностью  $E = 10^4$  В/м. Какова скорость частицы, если действующие на нее силы со стороны электрического и магнитного полей уравновешиваются?

**1096\***. По трубе из полиэтилена (рис. 152) течет проводящая жидкость. Труба помещена в магнитное поле с индукцией  $B = 0,01$  Тл. Расстояние между электродами A и D равно 500 мм. При какой скорости потока жидкости напряжение на электродах будет равно 0,25 мВ?

#### 9.4. Магнитные свойства вещества



**1097\***. Магнитная индукция в металлическом брусье  $B = 0,75$  Тл, а индукция внешнего намагничивающего поля  $B_0 = 0,0375$  Тл. Какова относительная магнитная проницаемость металла?

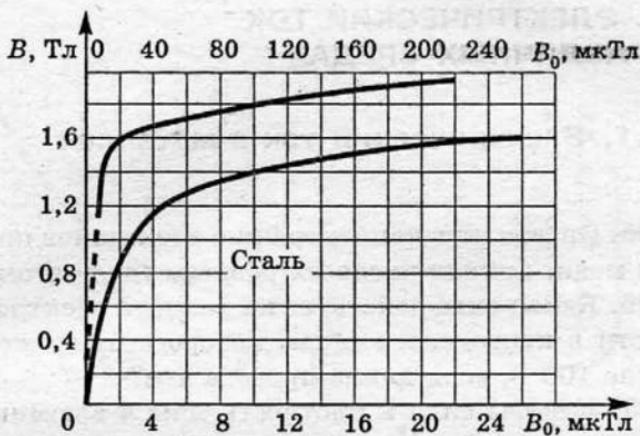


Рис. 153

**1098\***. Пользуясь кривой намагничения стали (рис. 153), найти магнитную индукцию  $B$  в стали, если магнитная индукция  $B_0$  намагничающего поля в воздухе равна: 24 мкТл; 120 мкТл.



**1099.** Поднесите иголку к стрелке компаса и спичкой нагрейте иголку докрасна. Результат опыта объясните.



**1100.** Намагнитится ли стальной волосок в наручных часах вблизи сильного магнита, если корпус часов стальной? латунный? золотой?

**1101.** Почему пленку видеомагнитофона не рекомендуется хранить вблизи приборов, в схемах которых имеются электромагниты?

**1102.** Почему электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы не следует располагать близко друг к другу?

**1103\***. Зачем для постоянных магнитов берется твердая сталь, а для электромагнитов — мягкая сталь?

**1104\***. Какие ферромагнетики используются в электрических машинах: с большой или малой площадью петли гистерезиса?

## 10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

### 10.1. Электрический ток в металлах



1105. Определить концентрацию электронов проводимости в меди, приняв число их равным числу атомов.

1106. Какая сила действует на каждый электрон проводимости в проводе, к концам которого приложено напряжение 100 В, если длина провода 4 м?

1107. Каковы сила и плотность тока в алюминиевом проводе сечением  $2 \text{ mm}^2$ , если напряженность электрического поля в нем равна  $1 \text{ В/м}$ ?

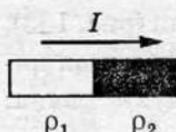


Рис. 154

1108. По двум проводникам одинакового сечения  $S$  (рис. 154) проходит ток. Удельное сопротивление первого проводника  $\rho_1$ , второго  $\rho_2$  ( $\rho_2 > \rho_1$ ). Оценить знак и модуль заряда, возникающего на поверхности контакта проводников, а также поверхностную плотность данного заряда, если сила тока равна  $I$ .

1109. По проводнику сечением  $50 \text{ mm}^2$  течет ток. Средняя скорость дрейфа электронов проводимости  $0,282 \text{ mm/c}$ , а их концентрация  $7,9 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$ . Каковы сила и плотность тока в проводнике?

1110. Найти среднюю скорость дрейфа электронов проводимости в проводнике, если концентрация электронов проводимости  $4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$ , сечение проводника  $0,5 \text{ см}^2$  и сила тока в нем  $3,2 \text{ A}$ .

1111. По серебряной проволоке сечением  $1 \text{ mm}^2$  течет ток  $1 \text{ A}$ . Вычислить среднюю скорость дрейфа электронов в этой проволоке, полагая, что каждый атом серебра дает один электрон проводимости.

1112. После замыкания цепи сила тока в электрической лампе изменялась так, как показано на рисунке 155. Объяснить причину такого изменения. Каковы сопротивления нити электрической лампы в холодном и накаленном состояниях, если напряжение в сети постоянно и равно  $220 \text{ В}$ ?

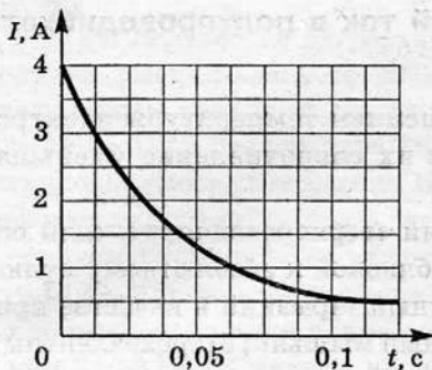


Рис. 155

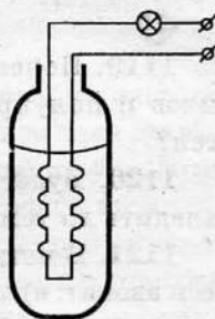


Рис. 156

**1113.** Сопротивление платиновой проволоки при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  равно  $20\text{ Ом}$ , а при нагревании проволоки до  $500^{\circ}\text{C}$  ее сопротивление увеличивается до  $59\text{ Ом}$ . Найти среднее значение температурного коэффициента сопротивления платины.

**1114.** Алюминиевая проволока при  $0^{\circ}\text{C}$  имеет сопротивление  $4,25\text{ Ом}$ . Каково сопротивление этой проволоки при  $200^{\circ}\text{C}$ ?

**1115.** Сопротивление нити электрической лампочки в холодном состоянии равно  $60\text{ Ом}$ . При полном накале сопротивление нити  $636\text{ Ом}$ . Какова температура накала нити? Температурный коэффициент сопротивления материала нити  $5 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ .

**1116.** Требуется изготовить нагревательный элемент, который бы при температуре  $800^{\circ}\text{C}$  имел сопротивление  $48\text{ Ом}$ . Какой длины проволоку нужно взять для этого, если диаметр проволоки  $0,5\text{ мм}$ , температурный коэффициент сопротивления  $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$ , удельное сопротивление при комнатной температуре  $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ?

**1117.** Сила тока в электрической лампочке равна  $200\text{ мА}$ . Диаметр вольфрамовой нити накала  $0,02\text{ мм}$ , а ее температура  $2000^{\circ}\text{C}$ . Найти напряженность электрического поля в нити.



**1118.** Почему лампочка ярко вспыхивает, если включенный последовательно с ней проволочный резистор поместить в жидкий гелий (рис. 156)?

## 10.2. Электрический ток в полупроводниках



1119. Почему с повышением температуры электролитов и полупроводников их сопротивление уменьшается?

1120. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?

1121. В четырехвалентный германий в качестве примеси вводят: а) пятивалентный мышьяк; б) трехвалентный индий. Каким будет основной ток в германии в каждом случае: электронным или дырочным?

1122. Какого типа будет проводимость германия, если к нему добавить в качестве примеси фосфор? цинк? калий?

1123. Получится ли  $p-n$ -переход, если вплавить олово в германий или кремний?

1124. Несмотря на равенство концентраций электронов и дырок в полупроводнике с собственной проводимостью, электронный ток все же больше дырочного. Объяснить, почему.

1125. 1. На рисунке 157 дана вольт-амперная характеристика германиевого диода. Какая часть характеристики отражает зависимость силы тока от напряжения в пропускном направлении?

в запирающем направлении?

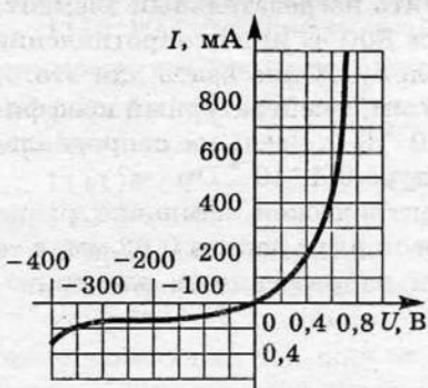


Рис. 157

2. Почему неудобно вольт-амперную характеристику полупроводникового диода показывать в одном масштабе для прямого тока и обратного?

1126. Потому сопротивление металлов при освещении практически не меняется?



**1127.** Вследствие нагревания сопротивление полупроводника уменьшилось на 20%. На сколько процентов в связи с этим увеличится сила тока в нем?

**1128.** При температуре  $20^{\circ}\text{C}$  концентрация электронов проводимости в германии  $10^{14} \text{ см}^{-3}$ . Какая доля его атомов ионизирована? Считать, что при ионизации удаляется в среднем лишь один из валентных электронов атома.

**1129.** Какова концентрация электронов проводимости в кремнии, если доля ионизированных атомов составляет в нем  $2 \cdot 10^{-8}\%$ ? Считать, что при ионизации удаляется в среднем лишь один из валентных электронов атома.

**1130.** В монокристалл германия был введен фосфор; его примесь составляла  $10^{-4}\%$  по массе. Какой проводимостью в связи с этим будет обладать германий? Какой будет концентрация носителей заряда, обусловленная введением примеси? Принять, что все атомы фосфора ионизируются.

**1131.** Каким должно быть удельное содержание примеси алюминия в кремнии (по массе в %), чтобы концентрация «дырок» в нем равнялась  $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ? Принять, что каждый атом алюминия участвует в образовании «дырки».

**1132.** На рисунке 158 приведена температурная характеристика термистора. Какими должны быть пределы измерения миллиамперметра, чтобы с его помощью можно было измерить силу тока в термисторе при напряжении на нем 18 В? Какова температура среды, в которую помещен этот термистор, если миллиамперметр показывает 10 мА? 5 мА? 2 мА?

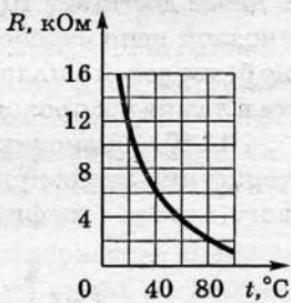


Рис. 158

**1133.** На рисунке 159 представлены вольт-амперные характеристики освещенного фоторезистора (график I) и затемненного (график II). В каком случае сопротивление фоторезистора больше? Справедлив ли закон Ома для данного фоторезистора?

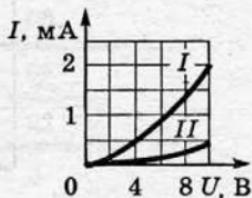


Рис. 159

**1134.** Количество энергии, достигающей поверхности Земли от Солнца, характеризуется величиной  $\approx 8,4 \text{ Дж/см}^2$  в 1 мин. Какую площадь должна иметь солнечная полупроводниковая электрическая батарея мощностью 100 Вт? КПД батареи равен 20%.

### 10.3. Электрический ток в вакууме



**1135.** Почему в дымоходе раскаленные частички угля несут на себе электрический заряд? Каков знак заряда?

**1136.** Какими способами можно: а) увеличить скорость электронов в пучке; б) изменить направление движения электронов; в) затормозить движущиеся электроны?



**1137.** Максимальный анодный ток в ламповом диоде равен 50 мА. Сколько электронов вылетает из катода каждую секунду?

**1138.** В диоде электроны ускоряются до энергии 100 эВ. Какова их минимальная скорость у анода лампы?

**1139.** Скорость движения электронов между электродами в диоде достигает  $10^4 \text{ км/с}$ , а в металлических проводниках анодной цепи скорость направленного движения электронов не более долей миллиметра в секунду. Однаковы ли силы тока в лампе и в проводниках, составляющих анодную цепь?

**1140.** На рисунке 160 показана вольт-амперная характеристика диода при различных температурахвольфрамового катода (графики I и II). Какова сила тока в анодной

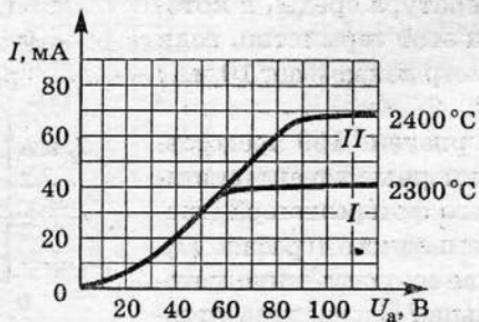


Рис. 160

цепи при анодном напряжении 50 В? при анодном напряжении 100 В? Почему во втором случае ответ не однозначен?

**1141.** На рисунке 161 даны вольт-амперные характеристики диодов с катодами из вольфрама (*I*), из вольфрама, покрытого слоем тория (*II*), из вольфрама, покрытого слоем смеси окислов бария, кальция, кремния (*III*). Все характеристики получены при одной и той же температуре накала катодов. Объяснить наличие горизонтального участка на характеристике диода с вольфрамовым катодом. Какой диод имеет лучшие эксплуатационные качества?

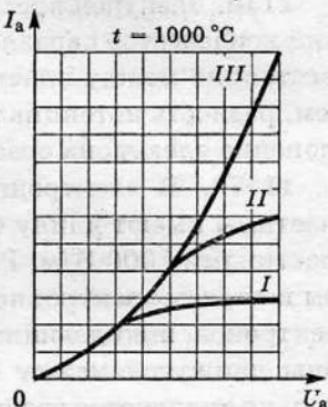


Рис. 161

**1142.** Каковы средняя скорость и ускорение электрона в радиолампе при его движении от катода к аноду, если начальная скорость электрона (у катода) принята равной нулю, а конечная (у анода)  $0,2 \cdot 10^8$  см/с? Сколько времени электрон движется между электродами, если расстояние между ними 10 мм?

**1143.** С каким ускорением движутся электроны в электронной лампе от катода к аноду, если анодное напряжение равно 180 В, а расстояние между электродами 0,1 см? Какова конечная скорость электронов у анода, если начальная скорость равна нулю? За какое время электроны пролетают расстояние между электродами?

**1144.** В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение  $U = 16$  кВ, а расстояние от анода до экрана  $l = 30$  см. За какое время электроны проходят это расстояние?

**1145.** Электронный пучок проходит между пластинами конденсатора (рис. 162) путь 50 мм и при этом отклоняется на 10 мм. Какова горизонтальная составляющая скорости электронов, если напряженность электрического поля между пластинами конденсатора 15 кВ/м?

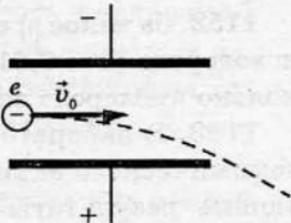


Рис. 162

**1146.** Электрон влетает со скоростью  $6 \cdot 10^7$  м/с в плоский конденсатор параллельно его пластинам (см. рис. 162). Расстояние между пластинами 1 см, длина конденсатора 5 см, разность потенциалов на пластинах 600 В. Найти отклонение электрона сразу за пластинами конденсатора.

**1147\*.** В электронно-лучевой трубке отклоняющие пластины имеют длину 6 см. Напряженность поля между пластинами 1000 В/м. Разность потенциалов между катодом и анодом электронной пушки 2,5 кВ. Какова скорость электронов, покидающих пушку? Сколько времени электроны движутся между отклоняющими пластинами? На сколько смещаются электроны в сторону при прохождении между пластинами?

#### 10.4. Электрический ток в электролитах



**1148.** Стеклянная *U*-образная трубка длиной 385 мм с площадью поперечного сечения канала  $100 \text{ mm}^2$  наполнена 10-процентным раствором серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Найти сопротивление раствора.

**1149.** Какова скорость движения ионов в электролите, если концентрация их в растворе  $10^{22} \text{ см}^{-3}$ , площадь каждого электрода  $50 \text{ cm}^2$  и сила тока 1 А?

**1150.** За 10 мин в гальванической ванне выделилось 0,67 г серебра. Амперметр, включенный последовательно с ванной, показывал 0,9 А. Верно ли показание амперметра?

**1151.** При электролизе раствора соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) на катоде выделился 1 г водорода. Сколько за это же время выделилось на аноде хлора?

**1152.** За какое время при электролизе воды выделится 1 г водорода ( $k = 0,01 \text{ мг/Кл}$ ), если сила тока равна 1 А? Сколько кислорода за это время выделится?

**1153.** В лабораторной работе по определению электрохимического эквивалента меди были получены следующие результаты измерений: сила тока в медной электролитической ванне  $I = (1,8 \pm 0,1)$  А; время

протекания тока  $t = (900 \pm 2)$  с; масса катода до опыта  $m_1 = (28\ 360 \pm 5)$  мг и после опыта  $m_2 = (28\ 870 \pm 5)$  мг. Какое значение было получено для электрохимического эквивалента меди?

1154. В медной ванне за 20 мин выделилось 1,98 г меди. Определить мощность, расходуемую на нагрев электролита. Сопротивление раствора в ванне 0,8 Ом.

1155. В электролитической ванне, содержащей раствор азотнокислого серебра ( $\text{AgNO}_3$ ), течет ток 10 мА. Сколько атомов серебра выделится на катоде в 1 с?

1156. При силе тока 2,5 А за 20 мин в электролитической ванне выделилось 1017 мг двуковалентного металла. Какова его атомная масса?

1157. При электролизе воды через ванну протекло 5000 Кл электричества. Какова температура выделившегося кислорода, если его объем  $250 \text{ см}^3$  и давление 970 мм рт. ст.?

1158\*. В баллоне емкостью 50 л содержится кислород под давлением 100 атм при температуре 0 °С. Сколько времени пришлось бы пропускать ток 7 А, чтобы путем электролиза воды получить такое же количество кислорода?

1159\*. Электролитическая ванна и электронагреватель соединены последовательно. Напряжения на обоих участках одинаковы. Скорость выделения меди на катоде равна 1 мг/с, а мощность нагревателя 30 Вт. Какова сила тока в цепи? Каково напряжение на электродах электролитической ванны?



1160. Почему при включении электролитического конденсатора необходимо строго соблюдать полярность?

1161. Почему на электрифицированных железных дорогах положительный полюс источника напряжения соединяют с воздушным проводом, а отрицательный — с рельсами?

1162. Почему через ванны для гальванических покрытий нельзя пропускать переменный электрический ток?

## 10.5. Электрический ток в газах



1163. Почему опасно касаться голых электрических проводов руками, особенно мокрыми?

1164. От чего зависит сила тока насыщения в газе (участок  $AB$  на рисунке 163) — от приложенного напряжения или от действия ионизатора?

1165. Как при помощи неоновой лампы определить знаки полюсов источника тока?

1166\*. Почему для уменьшения потерь электроэнергии на коронный разряд в линиях электропередачи высокого напряжения применяют провода возможно большего диаметра?

1167. Как разрядник (рис. 164) защищает линию электропередачи от грозовых разрядов?

1168. Электростатические фильтры, применяемые на тепловых электростанциях и других предприятиях для улавливания твердых частиц из дыма, представляют собой металлические трубы с протянутой по оси трубы проволокой. Как действует такой фильтр?



1169. Какой скорости должны достигать электроны к моменту соударений с молекулами, чтобы в азоте началась ионизация ударом? Энергия ионизации молекул азота 14,5 эВ.

1170. Какой должна быть напряженность электрического поля, чтобы при длине свободного пробега 0,5 мкм электрон смог ионизировать атом газа с энергией ионизации  $2,4 \cdot 10^{-18}$  Дж?

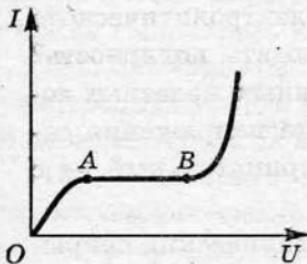


Рис. 163

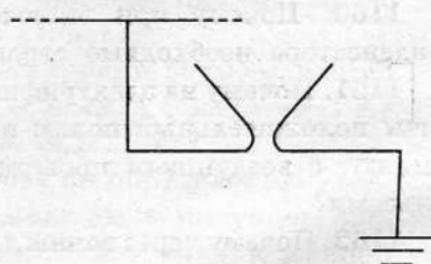


Рис. 164

**1171.** Электрон, движущийся со скоростью  $1,83 \cdot 10^6$  м/с, влетел в однородное электрическое поле в направлении, противоположном направлению напряженности поля. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если энергия ионизации  $2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж?

## 11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

### 11.1. Магнитный поток. Правило Ленца



**1172.** Магнитный поток однородного магнитного поля, пронизывающий площадку, перпендикулярную магнитным линиям, равен  $4 \cdot 10^{-5}$  Вб. Площадь данной площадки равна  $10 \text{ см}^2$ . Найти магнитную индукцию данного поля.

**1173.** Определить магнитный поток, пронизывающий плоскую прямоугольную площадку со сторонами 25 и 60 см, если магнитная индукция во всех точках площадки равна 1,5 Тл, а вектор магнитной индукции образует с нормалью к этой площадке угол  $0^\circ$ ;  $45^\circ$ ;  $90^\circ$ .



**1174.** Определить направление индукционного тока в проводнике *CD* (рис. 165) в случаях, когда: а) цепь проводника *AB* замыкают, размыкают; б) ручку реостата в замкнутой цепи проводника *AB* перемещают вверх, вниз; в) прямолинейные части контуров *AB* и *CD* сближают, удаляют.

**1175\*.** Как проявляется третий закон Ньютона в опыте Фарадея (рис. 166)?

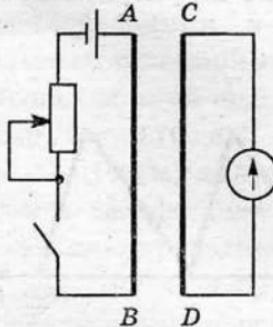


Рис. 165

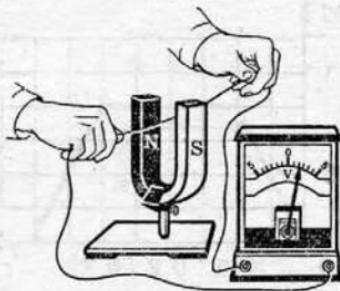


Рис. 166

## 11.2. Закон электромагнитной индукции



**1176.** В замкнутом витке проводника сопротивлением  $2 \cdot 10^{-2}$  Ом мгновенное значение индукционного тока равно 5 А. Какова ЭДС индукции?

**1177.** В контуре проводника магнитный поток изменился за 0,3 с на 0,06 Вб. Какова средняя скорость изменения магнитного потока? Какова средняя ЭДС индукции в контуре? При каком условии ЭДС индукции будет постоянной?

**1178.** В каком случае ЭДС индукции в замкнутом проводнике будет большей: при изменении пронизывающего его магнитного потока от 10 Вб до нуля в течение 5 с или при его изменении от 1 Вб до нуля в течение 0,1 с? Во сколько раз?

**1179.** При равномерном изменении магнитного потока, пронизывающего контур проводника, на 0,6 Вб ЭДС индукции в контуре была равна 1,2 В. Найти время изменения магнитного потока. Найти силу тока в контуре, если сопротивление проводника 0,24 Ом.

**1180.** В соленоиде из 80 витков проволоки магнитный поток за 5 мс равномерно изменился от  $3 \cdot 10^{-3}$  до  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Вб. Найти ЭДС индукции.

**1181.** Магнитный поток, пронизывающий катушку, изменяется со временем, как показано на рисунке 167. Начертить график изменения ЭДС индукции, наводимой в катушке. Каково максимальное значение ЭДС индукции, если в катушке 400 витков проволоки?

**1182.** Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, изменяется, как показано на рисунке 168.

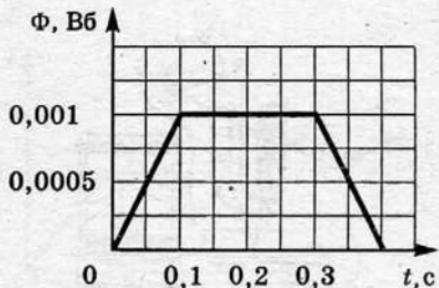


Рис. 167

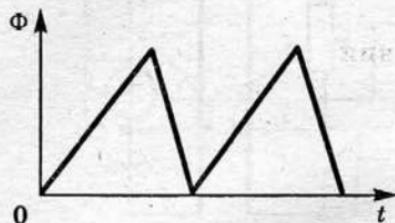


Рис. 168

Показать ход графика изменения наводимой в контуре ЭДС.

1183. Ток в проводе *AB* (см. рис. 165) нарастает прямо пропорционально времени. Какова зависимость силы тока от времени во втором параллельном проводе *CD*, индуктивно связанном с первым?

1184. Магнитный поток однородного магнитного поля изменяется со скоростью 18,8 Вб/с. Какова напряженность вихревого электрического поля в пространстве вне области изменения магнитного потока по окружности радиусом 0,15 м, охватывающей магнитный поток? Чем вихревое электрическое поле отличается от электростатического?



1185. Возникает ли индукционный ток в витке проволоки, если переменный магнитный поток пронизывает не всю площадь, ограниченную контуром витка (рис. 169)?

1186. Будет ли изменяющееся магнитное поле индуцировать ЭДС в витке провода, покрытого стальной оболочкой? Не будет ли оболочки и магнитной защитой?

1187\*. 1. Почему в телефонной линии может быть слышен телефонный разговор, происходящий по соседней линии (рис. 170, а)?

2. Почему для уменьшения помех телефонную линию делают двухпроводной?

3. Для чего провода телефонной линии перекрещивают (рис. 170, б)?

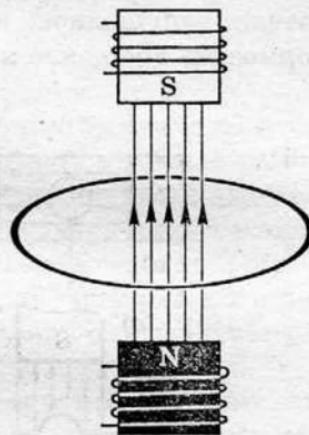


Рис. 169

a)



б)

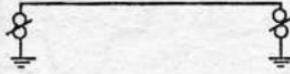


Рис. 170

### 11.3. ЭДС индукции в движущихся проводниках



1188. Каково направление индукционного тока в случаях, изображенных на рисунках 171, а — г? Направление движения каждого проводника показано стрелкой.

1189. Между полюсами дугообразного магнита вращается алюминиевый диск (рис. 172) в направлении, указанном стрелкой. Каково направление индукционного тока: к центру или от центра диска?

1190. Будет ли магнитное поле Земли индуцировать токи в металлических деталях искусственного спутника Земли, движущегося в плоскости, проходящей через полюсы? Как эти токи будут влиять на движение спутника?

1191. Почему нагревается обмотка якоря электродвигателя, запущенного на холостом ходу, если пальцем затормозить вращение якоря?

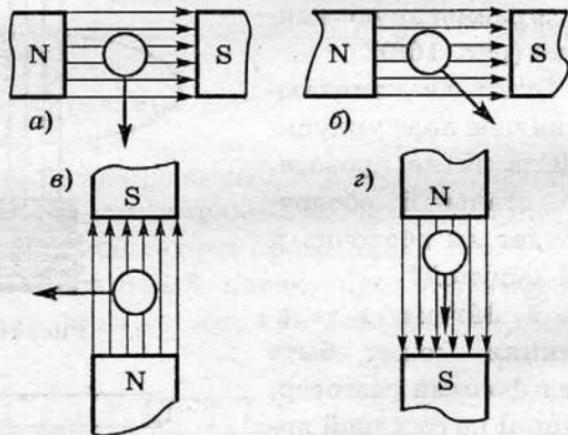


Рис. 171



Рис. 172

**1192.** В магнитном поле с индукцией 25 Тл перпендикулярно линиям индукции со скоростью 0,5 м/с движется проводник длиной 1,2 м. Найти ЭДС индукции в проводнике.

**1193.** Перпендикулярно линиям индукции перемещается проводник длиной 1,8 м со скоростью 6 м/с. ЭДС индукции в проводнике равна 1,44 В. Найти магнитную индукцию поля.

**1194\*.** Вертолет поднимается вертикально с постоянной скоростью 72 км/ч. Найти максимальную разность потенциалов, возникающую между носовой и хвостовой частями корпуса вертолета, если его длина равна 12 м, а горизонтальная составляющая вектора магнитной индукции поля Земли равна  $2 \cdot 10^{-6}$  Тл.

#### **11.4. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля**



**1195.** Почему при отрыве трамвайного бугеля от воздушного провода возникает искрение? Почему искрение незначительно, если трамвай движется с выключенным двигателем и ток поступает только в осветительную сеть вагона?

**1196.** При электросварке применяется стабилизатор — катушка со стальным сердечником, включаемая последовательно с дугой. Почему такая катушка обеспечивает устойчивое горение дуги?

**1197.** Электромагнит с разомкнутым сердечником включен в цепь постоянного тока. При замыкании сердечника якорем происходит кратковременное уменьшение силы тока в цепи. Почему?

**1198.** В катушку, соединенную с аккумулятором и амперметром, быстро вдвигают немагнитенный стальной стержень. График изменения силы тока в катушке представлен на рисунке 173. Объяснить эти изменения на основании правила Ленца.

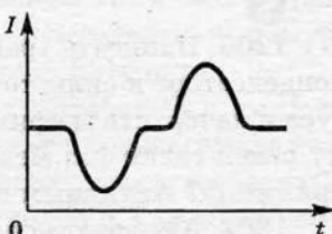


Рис. 173

**1199.** Какой должна быть тороидальная катушка, которую применяют для получения большой индуктивности?



**1200.** Какова индуктивность витка проволоки, если при силе тока 6 А создается магнитный поток 12 мВб? Зависит ли индуктивность витка от силы тока в нем?

**1201.** В катушке из 150 витков проволоки течет ток 7,5 А. При этом создается через один виток магнитный поток 2 мВб. Какова индуктивность катушки? Изменится ли индуктивность, если в катушку ввести стальной сердечник?

**1202.** При помощи реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке со скоростью 100 А/с. Индуктивность катушки 200 мГн. Найти ЭДС самоиндукции.

**1203.** При равномерном изменении в течение 0,1 с силы тока в катушке от нуля до 10 А в ней возникла ЭДС самоиндукции 60 В. Определить индуктивность катушки.

**1204.** Определить скорость изменения силы тока в катушке с индуктивностью 100 мГн, если в ней возникла ЭДС самоиндукции 80 В.

**1205.** Индуктивность катушки 50 мГн. Каким будет напряжение на зажимах катушки, если сила тока в ней равномерно возрастает со скоростью 1000 А/с?

## **12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ**

### **12.1. Колебательный контур**



**1206.** Написать уравнения изменения напряжения на конденсаторе и силы тока в катушке колебательного контура и начертить графики этих изменений во времени. Чему равен сдвиг фаз между колебаниями силы тока и напряжения? Активным сопротивлением пренебречь.

**1207.** Амплитуда силы тока при свободных колебаниях в колебательном контуре 100 мА. Какова амплитуда напряжения на конденсаторе колебательного контура, если

электроемкость этого конденсатора  $1 \text{ мкФ}$ , а индуктивность катушки  $1 \text{ Гн}$ ? Активным сопротивлением пренебречь.

**1208.** В колебательном контуре электроемкость конденсатора  $60 \text{ мкФ}$ , индуктивность катушки  $75 \text{ Гн}$ . Конденсатор зарядили до напряжения  $100 \text{ В}$ . Найти электрическую энергию, сообщенную конденсатору, и максимальное значение силы тока в контуре. Активным сопротивлением пренебречь.

**1209.** В колебательном контуре электроемкость конденсатора  $2 \text{ мкФ}$ , амплитуда напряжения на нем  $10 \text{ В}$ . Найти максимальную энергию магнитного поля катушки; энергию магнитного поля в тот момент, когда напряжение на конденсаторе  $6 \text{ В}$ . Активным сопротивлением пренебречь.

**1210.** Через какую долю периода после подключения заряженного конденсатора к катушке индуктивности энергия в контуре впервые распределится поровну между конденсатором и катушкой?

**1211.** Найти период свободных электрических колебаний в контуре с параметрами: а)  $C = 50 \text{ мкФ}$ ,  $L = 50 \text{ Гн}$ ; б)  $C = 0,20 \text{ мкФ}$ ,  $L = 0,79 \text{ Гн}$ ; в)  $C = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ мкФ}$ ,  $L = 11 \text{ мкГн}$ . Какие из этих колебаний следует отнести к колебаниям звуковой частоты?

**1212.** Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью  $2 \text{ пФ}$  и катушки индуктивностью  $0,5 \text{ мкГн}$ . Какова частота собственных колебаний в контуре?

**1213.** Индуктивность катушки, входящей в колебательный контур,  $500 \text{ мкГн}$ . Требуется настроить этот контур на частоту  $1 \text{ МГц}$ . Какой должна быть электроемкость конденсатора?

**1214.** Частота электрических колебаний в контуре равна  $10^6 \text{ Гц}$ . Емкость конденсатора в колебательном контуре равна  $200 \text{ пФ}$ . Какова индуктивность катушки?

**1215\*.** Период электрических колебаний в контуре  $10^{-5} \text{ с}$ . При подключении параллельно конденсатору контура дополнительного конденсатора электроемкостью  $3 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$  период колебаний увеличился в 2 раза. Определить индуктивность катушки и начальную электроемкость конденсатора колебательного контура.

## 12.2. Переменный электрический ток



**1216.** Почему жидкостные реостаты применяют только в цепях переменного тока? Почему для измерения сопротивления жидкостей используют не постоянный, а переменный ток?

**1217.** Почему П. Н. Яблочков для питания изобретенных им «электрических свечей» пользовался не постоянным, а переменным током?

**1218.** Почему при питании неоновой лампы постоянным током свечение наблюдается только у одного электрода? У какого? Почему при переменном токе светятся оба электрода?

**1219.** На рисунке 174 представлена схема электромагнитного микрометра ( $D$  — измеряемая деталь). На каком физическом принципе основано действие этого микрометра?

**1220\*.** На рисунке 175 показана схема магнитного термометра, которым измеряют температуры, близкие к абсолютному нулю. Объяснить, как действует такой термометр.

**1221\*.** Переменный ток прекращается, если цепь в каком-либо месте разорвать, в то время как включение в цепь конденсатора не приводит к такому же результату. Почему?

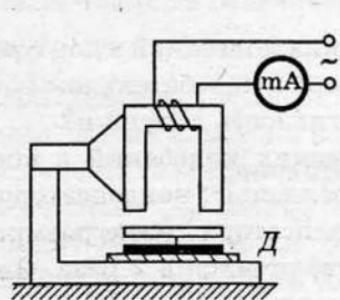


Рис. 174

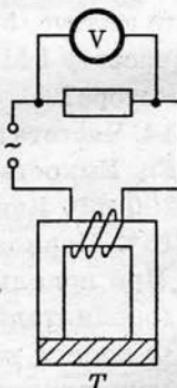
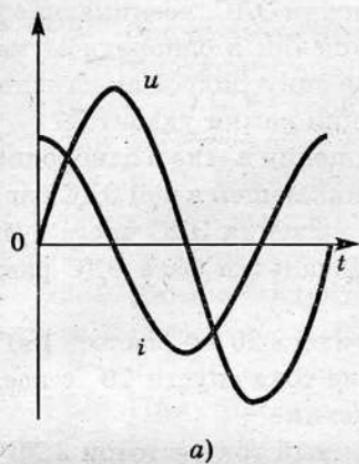
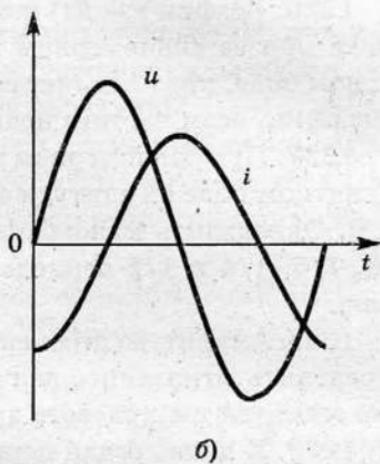


Рис. 175



a)



б)

Рис. 176

**1222\***. На рисунках 176, а, б изображены для двух цепей графики изменения напряжения и силы тока во времени. В какой из цепей имеется конденсатор, в какой — катушка индуктивности?

**1223\***. В одном ящике находится реостат, в другом — конденсатор, в третьем — катушка индуктивности. Выводы подключены к наружным зажимам. Как, не открывая ящиков, узнать, что находится в каждом из них? (Даются источники постоянного и переменного тока одинакового напряжения и лампочка, рассчитанная на это напряжение.)

**1224\***. Активное сопротивление цепи, состоящей из конденсатора и катушки индуктивности, соединенных последовательно, мало. Какие преобразования энергии происходят в этой цепи, если она подключена в сеть переменного напряжения?



**1225.** В рамке, равномерно вращающейся в магнитном поле, максимальная ЭДС равна 100 В. Определить мгновенные значения ЭДС, соответствующие отклонению рамки (в процессе ее вращения) от нейтрального положения на углы  $30^\circ$  и  $60^\circ$ .

**1226.** График  $e = f(t)$  изменения ЭДС, возникающей в рамке при ее равномерном вращении в однородном магнитном поле, представляет собой синусоиду. Как изменится график, если частота вращения рамки удвоится?

**1227.** При равномерном вращении витка в однородном магнитном поле амплитуда возникающей в ней ЭДС равна 20 В. Определить мгновенные значения ЭДС через  $1/12$ ,  $1/8$ ,  $1/6$ ,  $1/4$  и  $1/2$  периода. Начальная фаза ЭДС равна нулю.

**1228.** Амплитуда переменного тока 20 мА, частота 1 кГц. Определить мгновенное значение тока спустя  $10^{-4}$  с после прохождения им нулевого значения.

**1229.** В цепи создан переменный ток частотой 2 МГц. Через какое время после прохождения через нулевое значение сила тока будет равна 25 мА, если ее амплитудное значение равно 100 мА?

**1230.** Электроплитку можно питать и постоянным, и переменным током. Будет ли разница в накале спирали, если напряжение, измеренное вольтметром, в обоих случаях одинаково?

**1231.** Действующее напряжение в электроосветительной сети 220 В. Какое максимальное напряжение испытывает изоляция проводов?

**1232.** Напряжение зажигания неоновой лампы 150 В. Почему эта лампа горит в сети переменного тока с напряжением 127 В?

**1233.** Допустимо ли в цепь переменного тока с напряжением 220 В включать конденсатор, пробивное напряжение которого 250 В?

**1234.** Вольтметр, включенный в сеть переменного тока с частотой 50 Гц, показывает 220 В. Написать уравнение зависимости напряжения от времени.

**1235.** Какое значение силы тока покажет амперметр, если амплитудное значение переменного тока в цепи 28,2 А?

**1236.** В сеть переменного тока с действующим напряжением 220 В включено активное сопротивление 55 Ом. Определить действующее и амплитудное значения силы тока.

**1237.** Через какое время после момента прохождения нулевого значения мгновенное значение силы переменного тока равно его действующему значению?

**1238.** Напряжение в сети изменяется по закону  $U = 310 \sin \omega t$ . Какое количество теплоты отдает в 1 мин электрическая плитка с активным сопротивлением 60 Ом, включенная в эту сеть?

**1239.** Каково индуктивное сопротивление катушки, если ее индуктивность 1 Гн, а частота переменного тока 50 Гц? 400 Гц?

**1240.** При циклической частоте переменного тока  $500 \text{ с}^{-1}$  индуктивное сопротивление катушки 35 Ом. Определить индуктивность катушки.

**1241.** Индуктивное сопротивление катушки в цепи переменного тока с частотой 50 Гц (точно) при измерении оказалось равным  $(31 \pm 1)$  Ом. Определить индуктивность катушки и оценить погрешность результата.

**1242.** Когда к катушке подвели постоянное напряжение 10 В, сила тока была равна 1 А. Такая же сила тока протекает по этой катушке, если к ней подвести переменное напряжение 50 В. Какова индуктивность катушки? Как изменится сила тока в каждом из указанных случаев, если из катушки вынуть железный сердечник?

**1243.** При частотах переменного тока 1 кГц и 1 МГц (точно) определить емкостные сопротивления конденсатора, электроемкость которого  $10 \mu\text{Ф}$ .

**1244.** Какова электроемкость батареи конденсаторов, сопротивление которой в цепи переменного тока частотой 50 Гц равно 40 Ом?

**1245.** Найти период переменного тока, для которого конденсатор электроемкостью  $2 \mu\text{Ф}$  имеет сопротивление 20 Ом.

**1246.** Электроемкость конденсатора измеряют методом вольтметра и амперметра, показания которых  $(12 \pm 1)$  и  $(15 \pm 1)$  мА соответственно. Частота переменного тока 50 Гц (точно). Определить электроемкость конденсатора и оценить погрешность результата.

**1247.** Двигатель переменного тока потребляет мощность 880 Вт при напряжении 220 В. Определить силу тока, потребляемого двигателем, если коэффициент мощности 0,8.

**1248.** Конденсатор и катушка индуктивности соединены последовательно. Индуктивность катушки 0,01 Гн. При какой электроемкости конденсатора сила тока частотой 1 кГц будет максимальной?

**1249\*.** Найти полное сопротивление цепи переменного тока, если в цепь последовательно включены: а) резистор сопротивлением 3 Ом и катушка с индуктивным сопротивлением 4 Ом; б) резистор сопротивлением 6 Ом и конденсатор с емкостным сопротивлением 8 Ом; в) резистор сопротивлением 12 Ом, конденсатор с емкостным сопротивлением 8 Ом и катушка с индуктивным сопротивлением 24 Ом.

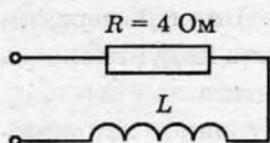


Рис. 177

**1250\*.** Полное сопротивление цепи (рис. 177) при частоте тока 50 Гц равно 5 Ом. Чему будет равно полное сопротивление этой же цепи при частоте тока 150 Гц?

**1251\*.** Электрическая цепь состоит из резистора сопротивлением 4 Ом, катушки с индуктивным сопротивлением 8 Ом и конденсатора с емкостным сопротивлением 5 Ом, соединенных между собой последовательно. К концам цепи приложено переменное напряжение 120 В. Найти силу тока в цепи и напряжения на всех участках.

**1252\*.** Катушка с активным сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 0,05 Гн соединена последовательно с конденсатором емкостью 2 мкФ. К этой цепи подведено напряжение 100 В при частоте тока 500 Гц. Определить силу тока в цепи.

**1253\*.** При включении электродвигателя в сеть переменного тока вольтметр показал 200 В, амперметр 7 А, а ваттметр 900 Вт. Определить коэффициент мощности.

**1254\*.** Конденсатор и катушка индуктивности соединены последовательно. Емкостное сопротивление конденсатора 5000 Ом. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы резонанс в цепи наступил при частоте тока 20 кГц?

**1255\***. В цепи переменного тока с частотой  $\omega = 100$  Гц последовательно соединены катушка индуктивностью  $L$  и конденсатор электроемкостью  $C$ . Каким должно быть произведение  $LC$ , чтобы цепь была в режиме резонанса?

**1256\***. Как добиться резонанса в цепи переменного тока, не изменяя индуктивности и емкости?

**1257\***. В цепь включены последовательно катушка индуктивностью  $50 \text{ мГн}$  и конденсатор емкостью  $20 \text{ мкФ}$ . Какой частоты переменный ток нужно пропустить через эту цепь, чтобы наступил резонанс?

**1258\***. В схеме, приведенной на рисунке 178, амперметр показывает  $3 \text{ А}$ , вольтметр  $V_1$  — напряжение  $24 \text{ В}$  и вольтметр  $V_2$  — напряжение  $12 \text{ В}$ . Найти активное и индуктивное сопротивления катушки  $K$ , если цепь находится в режиме резонанса.

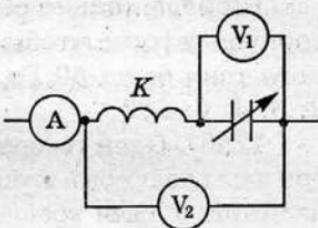


Рис. 178

**1259\***. В цепь включены последовательно резистор сопротивлением  $5 \text{ Ом}$ , катушка индуктивностью  $0,5 \text{ мГн}$  и конденсатор емкостью  $0,2 \text{ мкФ}$ . При какой циклической частоте тока наступит резонанс? Какова сила тока в цепи при этой частоте, если питающее напряжение  $380 \text{ В}$ ?

**1260\***. Цепь, состоящая из последовательно соединенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора, находится под напряжением  $1,1 \text{ кВ}$ . Активное сопротивление цепи  $100 \text{ Ом}$ . При резонансе индуктивное и емкостное сопротивления равны по  $1000 \text{ Ом}$ . Каковы сила тока в цепи и напряжение на конденсаторе? Почему при резонансе в такой последовательной цепи возможен пробой конденсатора?

### 12.3. Производство, передача и использование электроэнергии



**1261.** Рамка площадью  $150 \text{ см}^2$ , содержащая 50 витков проволоки, равномерно вращается со скоростью  $120 \text{ об}/\text{мин}$  в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $0,8 \text{ Тл}$ . Найти амплитуду ЭДС индукции в рамке.

**1262.** Сколько оборотов в минуту должна совершать рамка из 20 витков проволоки в магнитном поле с индукцией 1 Тл, чтобы амплитуда ЭДС индукции равнялась 500 В? Размер рамки  $0,2 \times 0,4$  м.

**1263.** Ротор двухполюсного генератора переменного тока делает 3000 об/мин. Определить частоту и период колебаний тока.

**1264.** Количество витков в якоре генератора уменьшили с 900 до 600. Как нужно изменить частоту вращения якоря, чтобы амплитуда ЭДС индукции в якоре не изменилась?

**1265\*.** Сколько оборотов в минуту должен делать ротор генератора, чтобы частота вырабатываемого переменного тока была 50 Гц, если число пар полюсов равно: 1; 2; 3; 4; 6; 10?

**1266\*.** Один генератор переменного тока имеет на роторе три пары полюсов и вращается с частотой 1000 об/мин. С какой частотой должен вращаться ротор другого генератора, имеющий четыре пары полюсов, чтобы он мог работать параллельно с первым генератором, т. е. давать ток той же частоты?



**1267.** При торможении поезда метро электродвигатели отключают от контактного провода и подключают к специальным реостатам. Объяснить такой способ торможения.

**1268.** При движении электровоза под уклон его двигатели не только не потребляют электроэнергию, но, наоборот, направляют ее в линию. Объяснить, как это получается.

**1269\*.** На рисунках 179, *a*, *b* изображены схемы выпрямителей переменного тока. Какой зажим на выходе нужно обозначить знаком плюс и какой — знаком минус? Почему не загорается от выпрямителя мощная лампа, рас-

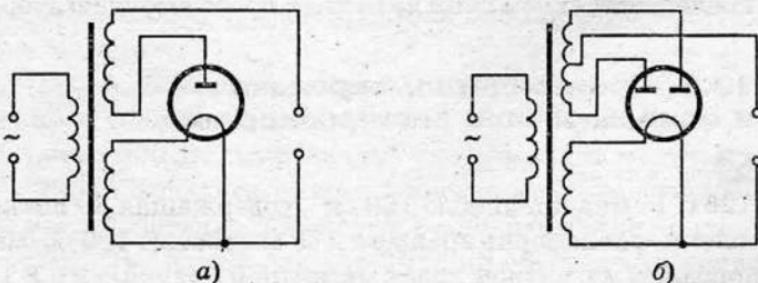


Рис. 179

считанная на 220 В, если напряжение, предварительно измеренное на зажимах выпрямителя, равно 250 В?

1270. К горизонтально отклоняющим пластинам электронно-лучевой трубки приложено напряжение  $u_1 = U_m \sin \omega t$ , а к вертикально отклоняющим пластинам — напряжение  $u_2 = U_m \cos \omega t$ . Что можно будет увидеть на экране?

1271. Какова мощность гидроэлектростанции, если плотина поднимает уровень воды на 100 м и расход воды  $540 \text{ м}^3/\text{с}$ ? КПД станции 94%.

1272. В водонагреватель ТЭЦ поступает  $10^3$  т стодарусного пара в час. Какая масса воды при  $10^\circ\text{C}$  должна пройти через водонагреватель для отвода в теплофикационную сеть, если вода подогревается до  $100^\circ\text{C}$ ?

1273. На конце двухпроводной линии переменного тока мощность равна 24 кВт и напряжение 220 В. Длина линии 175 м, провода медные сечением  $35 \text{ мм}^2$ . Вычислить потерю мощности в линии.

1274. Мощность, отдаваемая источником в линию, 50 кВт. Сравнить потери мощности в линии и КПД передачи для напряжений 220 и 380 В. Сопротивление линии 0,1 Ом.

## 12.4. Трансформатор

?

1275. Будет ли работать трансформатор в схемах, приведенных на рисунке 180?

1276. Почему трансформатор при подключении к источнику постоянного тока может выйти из строя?

1277. Электрический звонок включен в осветительную сеть через трансформатор. Потребляется ли электроэнергия, когда кнопка, включенная последовательно со звонком, не нажата?

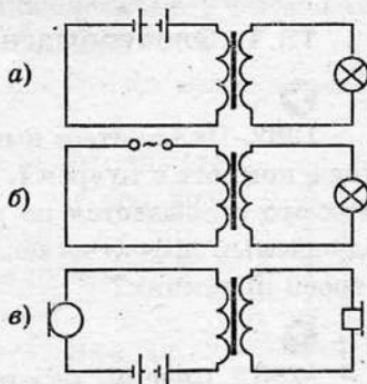


Рис. 180



**1278.** Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора, чтобы повысить напряжение с 220 В до 11 000 В, если в первичной обмотке 20 витков? Каков коэффициент трансформации?

**1279.** Под каким напряжением находится первичная обмотка трансформатора, имеющая 1000 витков, если во вторичной обмотке 3500 витков и напряжение на ее концах 105 В?

**1280.** Мощность, потребляемая трансформатором, 90 Вт. Определить силу тока во вторичной обмотке, если напряжение на зажимах вторичной обмотки 12 В и КПД трансформатора 75%.

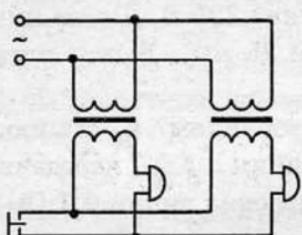


Рис. 181

**1281.** Доказать, что при параллельном включении электрических звонков в осветительную сеть так, как показано на рисунке 181, звонки могут звонить, когда кнопка не нажата. Как исправить ошибку в схеме?

## 13. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. ОПТИКА

### 13.1. Электромагнитные волны



**1282.** Включите и выключите несколько раз освещение в комнате в то время, когда работает радиоприемник. Как это сказывается на работе приемника? Почему наблюдаемый эффект не зависит от того, на какую волну настроен приемник?



**1283.** Почему работающие электрические звонки, швейные машины, пылесосы, утюги с терморегулятором, лампы дневного света могут быть источниками радиопомех?

**1284.** Почему неверно утверждение, что работающие рентгеновские установки и дизельные двигатели также создают радиопомехи?

**1285.** На рисунке 182 дана схема радиоприемника. а) Настраивается ли при работе приемника антенный контур в резонанс с передатчиком? б) Может ли переменное напряжение на обкладках конденсатора контура в результате настройки быть больше переменной ЭДС в антенне?

**1286.** На рисунке 183 представлен график пульсирующего тока в цепи микрофона. Объяснить, почему так изменился ток.

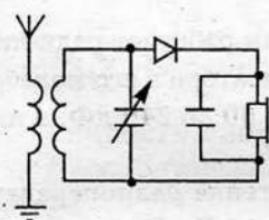


Рис. 182

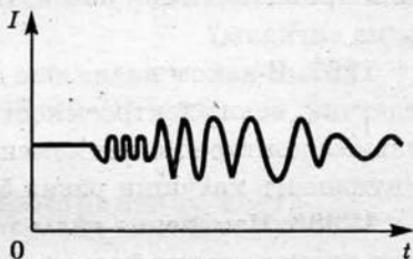


Рис. 183

**1287.** Будет ли радиоприем, если антенну установить на чердаке дома под железной крышей?

**1288.** Почему пейджер не принимает радиосигнал в метро?

**1289.** Почему провод в форме петли (рис. 184), по которому протекает ток высокой частоты, почти не излучает электромагнитных волн?

**1290.** Почему затруднена радиосвязь на коротких волнах в горной местности?

**1291.** Почему дальность действия передающей телевизионной станции ограничена линией горизонта? Почему башни телецентров строят очень высокими?



Рис. 184

**1292.** Случается, что изображение на экране телевизора двоится. Почему возникает второе изображение?



**1293.** Первая в мире радиограмма была передана А. С. Поповым в 1896 г. на расстояние 250 м. За какое время радиосигнал прошел это расстояние?

**1294.** Определить период колебаний в колебательном контуре, излучающем электромагнитные волны длиной 450 м.

**1295.** Генератор УВЧ работает на частоте 150 МГц. Какова длина волны электромагнитного излучения?

**1296.** По международному соглашению длина радиоволны, на которой суда передают сигнал бедствия SOS, была принята равной 600 м. На какой частоте передаются такие сигналы?

**1297.** В каком диапазоне длин волн работает радиопередатчик, если электроемкость конденсатора в его колебательном контуре может изменяться от 60 до 240 пФ, а индуктивность катушки равна 50 мкГн?

**1298\*.** Изменение силы тока в антenne радиопередатчика происходит по формуле  $i = 0,3 \sin 15,7t$ . Найти длину излучаемой электромагнитной волны.

**1299.** Будут ли передающий и приемный колебательные контуры настроены в резонанс, если их параметры  $C_1 = 160$  пФ,  $L_1 = 5$  мГн,  $C_2 = 100$  пФ,  $L_2 = 4$  мГн? Как нужно изменить емкость  $C_2$  или индуктивность  $L_2$ , чтобы контуры были настроены в резонанс?

**1300.** Чему равно расстояние до самолета, если посланный наземным радиолокатором сигнал после отражения от самолета возвратился к радиолокатору спустя  $2 \cdot 10^{-4}$  с?

**1301.** Радиосигнал, посланный на Луну, отразился и был принят на Землю через 2,5 с после посыпки. Такой же сигнал, посланный на Венеру, был принят через 2,5 мин. Определить расстояние от Земли до Луны и от Земли до Венеры во время локации.

**1302.** Радиолокатор посылает 2000 импульсов в секунду. Определить предельно возможную дальность действия этого радиолокатора.

**1303.** Определить возможную дальность действия радиолокатора, если время развертки в электронно-лучевой трубке составляет 1000 мкс.

**1304.** Начертить в тетради шкалу «расстояний до цели» для экрана электронно-лучевой трубы радиолокатора, если диаметр экрана 20 см, а время развертки 4000 мкс.

**1305.** Определить скорость перемещения светящегося пятна по экрану трубы в телевизоре, если известно, что в течение 0,04 с луч создает на экране одно изображение, прорисовывая 625 горизонтальных строк длиной по 28 см каждая. Временем обратного хода луча пренебречь.

## **13.2. Геометрическая оптика**

**Скорость света.**

**Прямолинейное распространение света**



**1306.** Наметьте прямую линию на куске картона при помощи булавок. Проверьте по лучу зрения прямолинейность кромки деревянной линейки или дощечки.

**1307.** Используя линейку, измерьте видимый диаметр Луны в миллиметрах. Вычислите действительный ее диаметр, если расстояние до Луны 380 000 км.

**1308.** Получите на стене тень от какого-нибудь предмета. От чего зависят размеры тени?



**1309.** Чем объяснить видимость световых пучков, проникающих в солнечный день в окно полутемного помещения? Нельзя ли что-нибудь предпринять, чтобы это явление прекратилось?

**1310.** Что увидит космонавт, находясь на Луне, в то время как на Земле будет наблюдаваться полное лунное затмение?

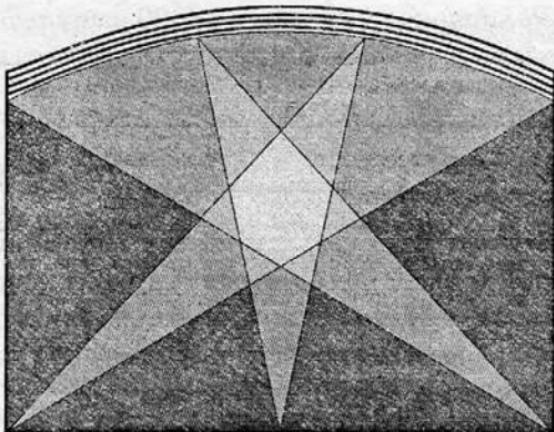


Рис. 185

**1311.** Изображение на экране панорамного кинотеатра создается пересекающимися световыми пучками, направленными от трех проекторов (рис. 185). Не сказывается ли пересечение пучков на качестве изображения?



**1312.** Длина тени от останкинской телевизионной башни, освещенной солнцем, в некоторый момент времени оказалась равной 600 м; длина тени от человека высотой 1,75 м в тот же момент времени была равна 2 м. Какова высота башни?

### Отражение света



**1313.** На рисунке 186 показаны три плоских зеркала. На каждое из них падает горизонтальный луч света. В каком направлении следует искать след отраженного луча — «зайчик»? Ответы сопроводить чертежами.

**1314.** На отражающую поверхность  $ABCD$  (рис. 187) падает пучок параллельных лучей. Повторив чертеж в тетради, начертить отраженные лучи. Параллельны ли они?

**1315.** Почему окна домов кажутся днем темными, если на них смотреть с улицы?

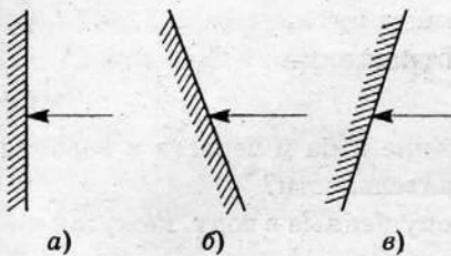


Рис. 186

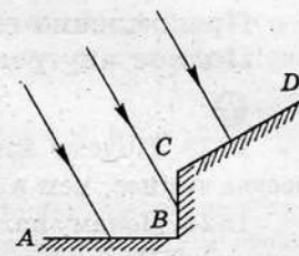


Рис. 187

**1316.** Как, приставив конец пальца к стеклянному плоскому зеркалу, можно оценить толщину зеркального стекла?

**1317.** При проверке остроты зрения врач предлагает читать буквы на специальной таблице с расстояния 6 м. Как может поступить врач, если размеры врачебного кабинета меньше этого расстояния?

**1318.** Почему плоское зеркало иногда дает искаженные изображения?



**1319.** Перед вертикально расположенным зеркалом установлен карандаш. Постройте его изображение. Постройте изображение при условии, что зеркало наклонено к плоскости стола под углом  $45^\circ$  и  $0^\circ$ .



**1320.** Солнечные лучи составляют с горизонтом угол  $48^\circ$ . Как надо расположить плоское зеркало, чтобы направить лучи горизонтально?

**1321.** Какими будут после отражения от плоского зеркала сходящийся, расходящийся и параллельный пучки света?

**1322.** Человек стоит на расстоянии 5 м от вертикально расположенного плоского зеркала. На каком расстоянии от себя он видит свое изображение? Какое это изображение? Как изменится расстояние до изображения, если зеркало отодвинуть от человека на 2 м?

## Преломление света. Полное внутреннее отражение

?

1323. Почему изображение неба и берегов в водоеме всегда темнее, чем в действительности?

1324. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими? Проверьте и объясните.

1325. Почему из скрипидара в глицерин свет проходит без преломления?

1326. В центре полого толстостенного стеклянного шара находится точечный источник света. Будут ли преломляться лучи света, проходя от источника через стенки шара?

1327. Почему средняя часть дна реки с моста видна, а с берега нет?

1328. Под каким углом к горизонту аквалангист, находясь под водой, видит заходящее солнце?

1329. Почему блестят капельки росы? Почему блестят пузырьки воздуха в воде?

1330. В каких лучах треугольная стеклянная призма отклоняет падающий на нее луч не к основанию, а в сторону преломляющего угла?

?

1331. Узкий пучок света переходит из воздуха в некоторую жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если угол падения  $30^\circ$ , а угол преломления  $15^\circ$ .

1332. Солнечный свет падает на поверхность воды в сосуде. а) Каков угол преломления, если угол падения  $25^\circ$ ? б) Каков угол падения, если угол преломления  $42^\circ$ ? в) Каковы углы падения и преломления, если угол отражения  $30^\circ$ ? г) Каков угол падения на горизонтальное дно сосуда, если угол падения на поверхность воды  $45^\circ$ ?

1333. При каком угле падения  $\alpha$  отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?

1334. Луч от подводного источника света падает на поверхность воды под углом  $35^\circ$ . Под каким углом он выйдет в воздух?

1335. Показатель преломления воды 1,33, стекла — 1,5. Найти показатель преломления стекла относительно воды.

1336. Каков показатель преломления воды относительно льда? льда относительно воды?

1337. При определении показателя преломления стекла на чертеже был показан ход луча из воздуха в стеклянную пластину (рис. 188), на котором  $|AB| = (73 \pm 1)$  мм,  $|CD| = (47 \pm 1)$  мм. Вычислить показатель преломления  $n$  и оценить погрешность.

1338. Выйдет ли световой луч из воды в воздух, если угол падения равен  $45^\circ$ ?  $50^\circ$ ?

1339. Вычислить предельный угол полного отражения для алмаза; для плексигласа.

1340. Предельный угол полного отражения для спирта  $47^\circ$ . Найти показатель преломления спирта.

1341. На экране телевизора электронный луч вызвал свечение люминофора в точке  $A$  (рис. 189). Продолжить ход световых лучей от этой точки в стекле трубы. В чем причина ухудшения качества изображения?

1342\*. В дно реки вбит столб, часть которого высотой 1 м возвышается над поверхностью воды. Найти длину тени столба на поверхности воды и на дне реки, если высота Солнца над горизонтом  $30^\circ$ , а глубина реки 2 м.

1343\*. Световой луч падает на плоскопараллельную стеклянную пластину, толщина которой 6 см. Угол па-

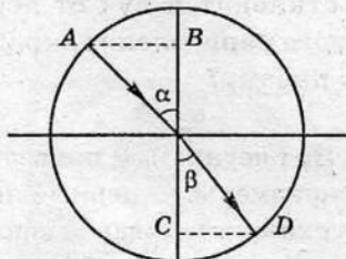


Рис. 188

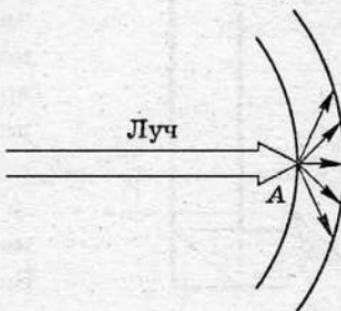


Рис. 189

дения  $60^\circ$ . Показатель преломления стекла 1,46. Вычислить смещение луча при его прохождении сквозь пластину.

**1344.** Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. Угол падения равен  $60^\circ$ . Какова толщина пластины, если при выходе из нее луч сместился на 10 мм? Показатель преломления стекла 1,5.

**1345.** Построить изображение светящейся точки, воспринимаемое при ее наблюдении сквозь плоскопараллельную стеклянную пластину и при ее наблюдении сквозь треугольную стеклянную призму.

**1346\*.** Пройдет ли луч света сквозь стеклянную призму из вещества с показателем преломления 1,5 и преломляющим углом  $90^\circ$ ?

**1347\*.** Построить ход луча сквозь треугольную стеклянную призму, преломляющий угол которой  $80^\circ$ , а показатель преломления 1,73. Угол падения луча при входе в призму равен  $60^\circ$ .

**1348\*.** Луч падает на боковую грань стеклянной призмы под углом  $0^\circ$ . Преломляющий угол призмы  $3^\circ$ . Определить угол отклонения луча призмой.

**1349\*.** Луч света падает на стеклянную призму с показателем преломления 1,5. Угол падения при входе луча в призму  $22^\circ$ . Преломляющий угол призмы  $41^\circ$ . Определить угол преломления луча при выходе из призмы. На какой угол отклонится луч от первоначального направления, пройдя сквозь призму?

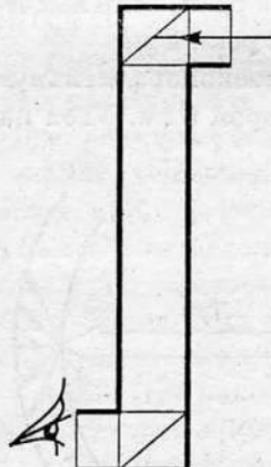


Рис. 190

**1350.** На рисунке 190 приведена схема призменного перископа. Зарисуйте схему в тетрадь и покажите дальнейший ход изображенного светового луча.

## Линзы



1351. Как, получив при помощи собирающей линзы изображение удаленного предмета, определить фокусное расстояние линзы?

1352. Почему растения не поливают, если на них падает прямой солнечный свет?

1353. При каком условии изображение предмета, даваемое собирающей линзой, получается мнимым? Можно ли видеть это изображение? Можно ли получить его на экране?

1354\*. С помощью собирающей линзы на экране получено изображение Луны (рис. 191). В какой фазе Луна находится?



1355. Какова оптическая сила школьных лабораторных линз, имеющих фокусные расстояния 130, 90 и -90 мм?

1356. Каково фокусное расстояние очковых стекол с оптической силой +5 дптр? -3,5 дптр?

1357. На собирающую линзу падает световой луч (рис. 192). Построить ход преломленного луча.

1358. Построить изображение предмета, находящегося на расстоянии  $d$  от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , для следующих случаев:  $d > 2F$ ;  $d = 2F$ ;  $F < d < 2F$ ;  $d = F$ ;  $d < F$ . Дать характеристику каждого изображения и указать, какое практическое применение находит каждый случай.



Рис. 191

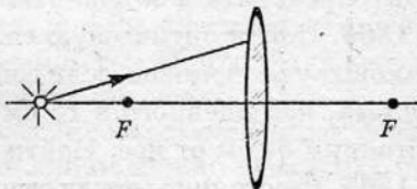


Рис. 192

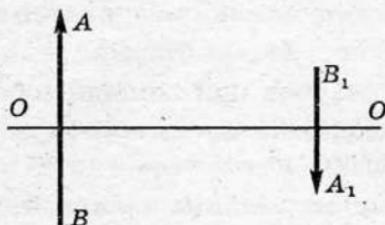


Рис. 193

**1359.** На рисунке 193 показаны оптическая ось  $OO'$  линзы, предмет  $AB$  и его изображение  $A_1B_1$ . Определить, где расположена линза и где находятся ее фокусы.

**1360.** Предмет поставлен в фокальной плоскости собирающей линзы. Показать построением, что изображения на экране в этом случае не получается. Почему все же можно видеть изображение предмета?

**1361.** Построить изображение предмета в собирающей линзе, диаметр которой меньше размера предмета.

**1362.** Построить изображение предмета в собирающей линзе, половина поверхности которой закрыта непрозрачным экраном.

**1363.** При помощи линзы на экране получено четкое изображение свечи. Сколько еще четких изображений можно получить, если менять положение: только линзы; только свечи; только экрана?

**1364.** При помощи линзы на экране получено изображение свечи. В какую сторону сместится изображение, если свечу немного переместить вправо; влево; вверх; вниз?

**1365.** Как изменится действительное изображение в линзе, если, не сдвигая ее, поменять местами предмет и экран? Проверить и объяснить.

**1366.** Найти оптическую силу и фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, если действительное изображение предмета, помещенного в 15 см от линзы, получается на расстоянии 30 см от нее. Найти увеличение.

**1367.** Расстояние между свечой и стеной 1 м. На каком расстоянии от свечи нужно поместить линзу с фокусным

расстоянием 9 см, чтобы на стене получилось резкое изображение свечи?

1368. Фокусное расстояние собирающей линзы равно  $F$ . На каком расстоянии  $f$  от линзы получим четкое изображение свечи, поставленной перед линзой на расстоянии  $d$ , равном:  $4F$ ?  $2F$ ?  $1,5F$ ?  $F$ ?  $0,5F$ ?  $0,1F$ ? Полученную зависимость  $f(d)$  изобразить на графике.

1369. Предмет находится на расстоянии 12 см от двояковогнутой линзы с фокусным расстоянием 10 см. Определить, на каком расстоянии от линзы находится изображение предмета.

1370. Как надо расположить линзу с фокусным расстоянием 13 см, предмет и экран, чтобы получить пятикратное увеличение?

1371. Изображение предмета, поставленного на расстоянии 40 см от двояковыпуклой линзы, получилось действительным и увеличенным в 1,5 раза. Каково фокусное расстояние линзы?

1372. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы, фокусное расстояние которой 40 см, надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение получилось:  
а) в натуральную величину; б) увеличенным в 2 раза;  
в) уменьшенным в 2 раза?

1373. Как расположить две собирающие линзы, чтобы пучок параллельных лучей, пройдя обе линзы, вышел параллельным?

1374. В трубку вставлены две собирающие линзы на расстоянии 20 см одна от другой. Фокусное расстояние первой линзы 10 см, второй 4 см. Предмет находится на расстоянии 30 см от первой линзы. На каком расстоянии от второй линзы получится действительное изображение?

1375. В лабораторной работе с собирающей линзой получены следующие результаты прямых измерений:  $d = (11 \pm 0,5)$  см;  $f = (21 \pm 0,5)$  см. Найти фокусное расстояние линзы  $F$  и вычислить погрешность.

1376\*. Фокусное расстояние собирающей линзы равно  $F$ . На каком расстоянии  $d$  от линзы нужно поместить предмет, чтобы увеличение действительного изображения было больше 2, но меньше 3?

## Оптические приборы



1377. Годится ли линза с фокусным расстоянием 50 см для самодельного фотоаппарата?

1378. На объективе фотоаппарата имеются пылинки. Получится ли их изображение на фотографии?

1379. Почему целесообразно располагать глаз поближе к лупе?

1380. Целесообразно ли пользоваться лупой для рассматривания предметов, находящихся в воде, погрузив лупу в воду? Проверить и результат проверки объяснить.

1381. Как должны работать с микроскопом люди, пользующиеся очками: смотреть в окуляр через очки или без них?

1382. Микроскоп установлен для нормального глаза. Куда должен передвинуть тубус близорукий человек (вверх, вниз)? дальнозоркий?



1383. Возьмите очки и, не трогая пальцами стекол, определите, для близорукого или дальнозоркого глаза они предназначены?

1384. Почему дальнозоркие люди, потеряв очки, могут читать, глядя в маленькое (3—5 мм) отверстие, сделанное в бумаге? Проверьте на себе свойство малого отверстия, предварительно расположив глаза очень близко к печатному тексту.



1385. С какого расстояния нужно сфотографировать чертеж, чтобы получить на негативе его копию в масштабе 1:5? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 30 см.

1386. С каким фокусным расстоянием нужно взять объектив для фотоаппарата, чтобы с самолета, летящего на высоте 5 км, сфотографировать местность в масштабе 1 : 20 000?

1387. При фотографировании с расстояния 200 м высота дерева на негативе оказалась равной 5 мм. Какова дей-

ствительная высота дерева, если фокусное расстояние объектива 50 мм?

1388. С какого расстояния нужно сфотографировать здание длиной 100 м, если фокусное расстояние объектива 50 мм, а длина кадра на пленке 36 мм?

1389. Каким должно быть расстояние между проекционным аппаратом с объективом  $F = 30$  см и экраном, чтобы изображение диапозитива точно уложилось на экране, если диапозитив и экран по форме являются подобными прямоугольниками, у которых сходственные стороны относятся, как 1 : 20?

1390. На какое минимальное расстояние от глаза следует отнести зеркальце, чтобы увидеть четкое изображение глаза? Проверить и объяснить.

1391. Каков размер изображения предмета высотой 2 м на сетчатке глаза, если предмет находится на расстоянии 30 м от наблюдателя? Фокусное расстояние оптической системы глаза 1,5 см.

1392. Если из комнаты смотреть на улицу в окно, то можно увидеть огромный дом. Как он помещается в маленьком окне?

1393. Почему человеку, смотрящему вдоль железнодорожного пути, кажется, что: рельсы постепенно сходятся; высота столбов телеграфной линии постепенно уменьшается; далекие предметы движутся медленнее, чем близкие?

1394. С какой наибольшей высоты летчик, пролетая над футбольным полем, увидит мяч, диаметр которого 25 см, если для видимости предмета необходимо, чтобы угол зрения был не меньше  $1'$ ?

1395. Солнце значительно больше Луны, однако видимые их размеры почти одинаковы. Почему? Каков в действительности диаметр Луны, если ее полный диск виден под углом  $0,5^\circ$ , а расстояние от Земли до Луны равно 380 000 км?

1396. Человек, сняв очки, читает книгу, держа ее на расстоянии 16 см от глаз. Какой оптической силы у него очки?

**1397.** Предмет виден невооруженным глазом под углом  $10^\circ$ , а через лупу — под углом  $47^\circ$ . Найти угловое увеличение лупы.

**1398.** Какое наибольшее увеличение можно получить, пользуясь лупой с фокусным расстоянием 10 см? 1 см?

**1399.** На каком расстоянии от предмета надо расположить лупу, если ее увеличение  $\times 10$ ?

**1400\*.** Как расположить друг относительно друга две линзы с фокусными расстояниями 13 и 7,5 см, чтобы получить модель микроскопа, увеличивающего в 10 раз? Сделайте это.

**1401\*.** Микроскоп, объектив которого дает увеличение  $\times 90$ , имеет набор окуляров с увеличениями:  $\times 4$ ,  $\times 10$  и  $\times 15$ . Определить увеличение микроскопа при пользовании каждым окуляром.

**1402\*.** Диаметр красного кровяного шарика 7,5 мкм. Каков диаметр его изображения в микроскопе, если объектив дает увеличение  $\times 200$ , а окуляр  $\times 6$ ?

### 13.3. Световые волны



**1403.** За какое время свет распространяется до Земли от Солнца и от Луны, если они удалены от Земли на расстояние  $1,5 \cdot 10^8$  и  $3,8 \cdot 10^5$  км соответственно?

**1404.** На каком расстоянии от Солнца находится планета Плутон, если свет проходит это расстояние за 5,5 ч?

**1405.** В геодезии расстояния измеряют светодальномером, работающим на принципе измерения времени  $\Delta t$ , в течение которого свет проходит расстояние от прибора до объекта и обратно (после отражения). Каково измеренное расстояние, если  $\Delta t = 180$  мкс?

**1406.** Длина волны красного света в воздухе 780 нм. Найти соответствующую ей частоту колебаний.

#### Интерференция, дифракция и поляризация света



**1407.** Две световые волны от одного источника достигают некоторой точки A с разностью хода 2 мкм. Что произойдет

в этой точке: усиление или ослабление волн? Рассмотреть случаи, когда свет: а) красного цвета ( $\lambda_1 = 760$  нм); б) желтого цвета ( $\lambda_2 = 600$  нм); в) фиолетового цвета ( $\lambda_3 = 400$  нм).

**1408.** Два когерентных синфазных источника света  $S_1$  и  $S_2$  с длиной волны 0,5 мкм находятся на расстоянии 2 мм (рис. 194). Экран  $\mathcal{E}$  расположен на расстоянии 2 м от  $S_1$ . Что будет наблюдаться в точке  $A$  экрана: усиление или ослабление интенсивности света?

**1409.** При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм на экране, находящемся на расстоянии 1,8 м от решетки, получена дифракционная картина, у которой первый боковой максимум находится на расстоянии 3,6 см от центрального. Найти длину световой волны.

**1410.** Найти период решетки, если дифракционный максимум первого порядка получен на расстоянии 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1 м. Решетка была освещена светом с длиной волны 486 нм.

**1411.** Определить период дифракционной решетки, если спектр первого порядка для зеленой линии ртути ( $\lambda = 546$  нм) наблюдается под углом  $19^{\circ}18'$ . Сколько штрихов имеет решетка на 1 мм длины?



**1412.** Опустите очень маленькую каплю скрипидара (с конца иголки) на поверхность воды в блюдце. Образовавшуюся тонкую пленку наблюдайте в отраженном свете. Объясните результат опыта.

**1413.** В куске картона сделайте иглой отверстие и посмотрите через него на раскаленную нить электрической лампы. Что вы видите? Объясните.

**1414.** Посмотрите на нить электрической лампы через птичье перо, батистовый платок или капроновую ткань. Что вы наблюдаете? Объясните.



**1415.** Могут ли две звезды на небе быть когерентными источниками света?

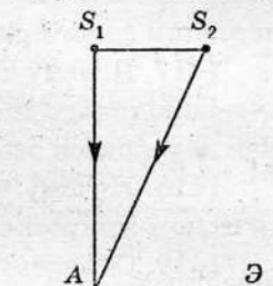


Рис. 194

**1416.** При помощи зеркал Френеля получены на экране интерференционные полосы. Что будет видно на экране, если одно из зеркал закрыть плотной бумагой? если источник света прикрыть красным стеклом?

**1417.** Почему диафрагмировать объектив фотоаппарата можно только до определенного минимального предела? Чем обусловлен этот предел?

**1418.** Почему частицы размером менее 0,3 мкм в оптическом микроскопе не видны?

**1419.** Объяснить образование венцов у электрических фонарей, когда в воздухе туман или носится снежная пыль.

**1420.** Для изготовления искусственных перламутровых пуговиц на их поверхности нарезают мельчайшую штриховку. Почему после этого пуговица приобретает радужную окраску?

**1421.** Существует ли явление поляризации для звуковых волн в воздухе?

**1422.** Дно пруда не видно из-за блеска отраженного света от поверхности воды. Как можно погасить отраженный свет и увидеть дно?

### Дисперсия света. Излучения и спектры



**1423.** Скорость распространения света в алмазе 124000 км/с. Вычислить показатель преломления алмаза.

**1424.** Найти скорость света в стекле, имеющем показатель преломления 1,5.

**1425.** Показатель преломления воды для луча красного света 1,331, а для луча фиолетового света 1,343. Найти скорость распространения этих лучей в воде.

**1426.** Скорость распространения луча желтого света в воде 225 000 км/с, а в стекле 198 200 км/с. Определить показатель преломления стекла относительно воды.

**1427.** Длина волны красного света в воздухе 800 нм.

Какова длина волны этого света в воде? Изменился ли цвет этого света при переходе из воздуха в воду?

1428. Длина световой волны в воде 435 нм. Какова длина этой волны в воздухе?



1429. Какова разница между дифракционным и дисперсионным спектрами?

1430. Оптическая плотность у льда меньше, чем у воды. В какой из этих сред свет распространяется с большей скоростью?

1431. При получении на экране спектра излучения электрической лампы накаливания температуру ее нити увеличивали постепенно, регулируя силу тока с помощью реостата. Какие изменения при этом наблюдали на экране?

1432. Чем объясняется белый цвет снега, черный цвет сажи, зеленый цвет листьев, красный цвет флага?

1433. Светофор дает три сигнала — красный, зеленый, желтый, а лампы внутри него белые. Как получаются разноцветные сигналы светофора?

1434. В бутылку из зеленого стекла налиты красные чернила. Каков цвет бутылки с чернилами на просвет?

1435. Почему цветные кинофильмы снимают при дуговом освещении, а черно-белые при лампах накаливания?

1436\*. Почему с Земли небо видно голубым, а с Луны — черным?

1437. Что можно увидеть, если с некоторого расстояния смотреть сквозь призму на блестящую иглу? на лист белой бумаги?

1438. Какого типа спектр будет получен от пламени свечи? пламени костра? нити электрической лампы? спиралей электроплитки? пламени электрической дуги? неоновой лампы? лампы дневного света?

1439. Какой спектр будет наблюдаться от электрической искры, проскаивающей между концами металлических проволок?

1440. Почему для получения спектра поглощения натрия поглощающие пары натрия должны быть холоднее, чем источник, испускающий белый свет?

1441. На рисунке 195 показаны спектры неона (2) и двух

смесей газов (1 и 3). В какой из смесей содержится неон?

1442. Для чего металлизируют (покрывают прочным слоем фольги) спецодежду пожарных, сталеваров, мартенщиков, прокатчиков и др.?

1443. Два совершенно одинаковых спиртовых термометра отличаются только цветом окраски спирта. Будут ли термометры показывать одинаковую температуру, если их выставить на солнце?

1444. Почему не следует смотреть на пламя, возникающее при электросварке? Почему темное стекло предохраняет глаза сварщика от вредного действия пламени?

1445. Почему баллоны ртутных ламп ультрафиолетового излучения делают не из обычного стекла, а из кварцевого?

1446. В электронном луче телевизионной трубки электроны, достигнув экрана, внезапно останавливаются. Не может ли при этом возникнуть рентгеновское излучение? Не опасно ли в связи с этим смотреть телевизионные передачи?

1447. Когда через ионизированные слои атмосферы проходят спутники или космические корабли, то они становятся источниками рентгеновского излучения. Как это объяснить?

1448. Для чего врачи-рентгенологи при работе пользуются перчатками, фартуками и очками, в которые введены соли свинца?

1449. Почему рентгеновскую пленку хранят в свинцовой коробке, а при съемке ее помещают в алюминиевую кассету?

1450. Посмотрите на рисунок 196. Что изображено: вид кисти руки на экране при рентгеновском просвечивании или рентгеновский снимок (негатив)?



Рис. 195



Рис. 196

## 14. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

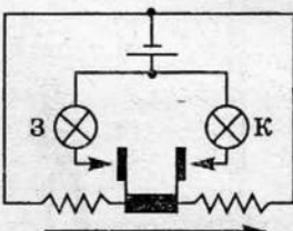


1451. На рисунке 197 дана схема автоматического сигнализатора ускорений (лампочка К — красная, лампочка З — зеленая). Сигнализатор установлен в вагоне поезда. Объяснить, как действует сигнализатор. Какая лампочка загорится при ускоренном движении поезда? при замедленном? Какой вывод следует сделать, если ни одна из лампочек не загорается? Возможно ли с помощью такого прибора отличить состояние покоя вагона от состояния равномерного движения?

1452. Два космических корабля *A* и *B* движутся навстречу друг другу. Предположим, что космонавты лишены возможности наблюдать какие-либо другие тела в окружающем пространстве. Один космонавт утверждает, что корабль *A* в покое, а корабль *B* движется. Второй космонавт придерживается противоположной точки зрения, а третий предполагает, что движутся оба корабля. Смогут ли они каким-нибудь способом проверить, какое из трех утверждений является истинным?

1453. Возможно ли в опыте по электромагнитной индукции лишь по наблюдениям за показаниями гальванометра установить, магнит ли двигался относительно катушки или катушка относительно магнита?

1454. С космического корабля на Землю посыпается световой сигнал. Будет ли промежуток времени (по земным часам), за который сигнал дойдет до Земли, одинаков в следующих трех случаях: а) корабль с большой скоростью удаляется от Земли; б) корабль с большой скоростью приближается к Земле; в) корабль неподвижен относительно Земли? Сигналы посыпаются с одинакового расстояния в системе, связанной с Землей.



Направление движения поезда

Рис. 197

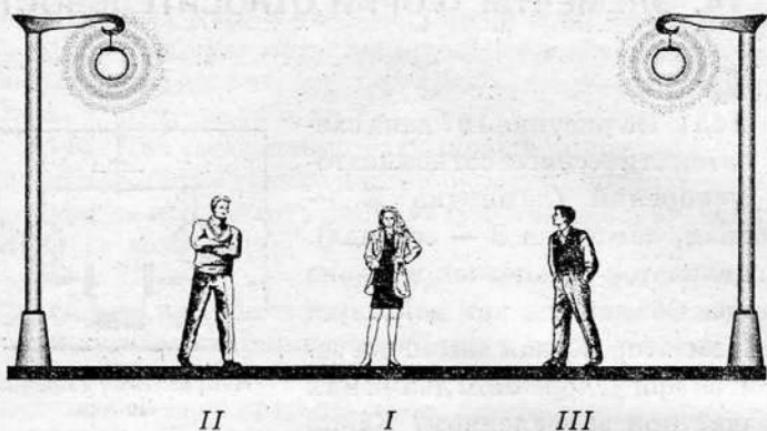


Рис. 198

**1455.** Неподвижный наблюдатель *I* (рис. 198) увидел, что одновременно зажглись фонари. Были ли эти два события одновременными для наблюдателей *II* и *III*?

**1456.** В некоторой движущейся системе отсчета длина стержня меньше его собственной длины. Означает ли это, что стержень деформирован?



**1457.** С какой скоростью должен двигаться космический корабль относительно Земли, чтобы часы на нем шли в 2 раза медленнее, чем на Земле?

**1458.** Какой промежуток времени пройдет на звездолете, движущемся относительно Земли со скоростью  $0,33c$ , за 50 земных лет?

**1459.** Какое время пройдет на Земле, если в ракете, движущейся относительно Земли со скоростью  $0,99c$ , пройдет 10 лет?

**1460.** Во сколько раз время существования нестабильной космической частицы, движущейся со скоростью  $0,98c$  относительно Земли, измеренное по «земным часам», больше ее собственного времени?

**1461.** Длина линейки, неподвижной относительно земного наблюдателя, 1 м. Какова ее длина для того же наблюдателя, если линейка движется относительно него со скоростью  $0,6c$ , направленной вдоль линейки?

**1462.** С какой скоростью должен лететь звездолет, чтобы пройденный путь, измеренный астронавтом, оказался вдвое короче, чем при его измерении с Земли?

**1463\*.** Две частицы движутся в одном направлении со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Найти их относительную скорость, если:

- а)  $v_1 = 0,5c$ ;  $v_2 = 0,8c$ ;
- б)  $v_1 = v_2 = 0,5c$ ;
- в)  $v_1 = v_2 = c$ .

**1464\*.** Две частицы движутся в противоположных направлениях со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Найти их относительную скорость, если:

- а)  $v_1 = 0,5c$ ,  $v_2 = 0,4c$ ;
- б)  $v_1 = 0,9c$ ,  $v_2 = 0,8c$ ;
- в)  $v_1 = c$ ,  $v_2 = 0,9c$ ;
- г)  $v_1 = c$ ,  $v_2 = c$ .

**1465\*.** Два космических корабля движутся относительно Земли со скоростью  $0,75c$  в противоположных направлениях. Какова их относительная скорость с точки зрения каждого из космонавтов?

**1466\*.** Атомное ядро вылетает из ускорителя со скоростью  $0,8c$  и выбрасывает в направлении своего движения  $\beta$ -частицу. Скорость, с которой  $\beta$ -частица удаляется от ускорителя, равна  $0,95c$ . Определить скорость  $\beta$ -частицы относительно ядра.

**1467\*.** Два электрона, двигаясь по прямой относительно земли с одинаковой скоростью  $0,8c$ , попадают в препятствие. При этом один из электронов попадает в препятствие на  $0,01$  мкс (по собственному времени) позже другого. Каково было расстояние между электронами в пути в их собственной системе отсчета?

**1468.** Какова масса протона в системе отсчета, относительно которой он движется со скоростью  $0,8c$ ?

**1469.** До какой скорости нужно разогнать электрон, чтобы его масса была в 2 раза больше массы покоя?

**1470.** Электрон движется со скоростью, равной  $0,6c$ . Определить импульс электрона.

**1471.** Вычислить энергию покоя электрона.

**1472.** Масса самолета в связанный с ним системе отсчета 20 т. На сколько больше его масса с точки зрения земного наблюдателя, если самолет летит относительно земли со скоростью 965 км/ч?

**1473.** На сколько граммов увеличивается масса воды в озере объемом  $10^6 \text{ м}^3$  при ее нагревании на  $22^\circ\text{C}$ ?

**1474.** Общая мощность излучения Солнца составляет около  $3,8 \cdot 10^{26}$  Вт. На сколько уменьшается масса Солнца в 1 с?

**1475.** В сосуде находятся водород и кислород. Вычислить уменьшение их массы при образовании из них 1 кмоль воды в реакции  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 575 \text{ МДж}$  после охлаждения сосуда до первоначальной температуры. Можно ли это уменьшение массы обнаружить взвешиванием на весах?

# КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

## 15. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЯ СВЕТА



1476. Определить кинетическую энергию фотоэлектронов, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 2 В.

1477. Определить скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 1 В.

1478. Выразить энергию  $2,7 \cdot 10^{-19}$  Дж фотона красного света и энергию  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж фотона фиолетового света в электрон-вольтах.

1479. Какова частота света, соответствующая энергии фотонов  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж?

1480. Длина волны красного света 800 нм, желтого 600 нм, фиолетового 400 нм. Найти отношение энергий их фотонов.

1481. Найти энергию фотона рентгеновского излучения с длиной волны  $10^{-3}$  нм. Сравнить ее с энергией фотона красного света (1,7 эВ).

1482. Какова длина волны фотона с энергией 3 эВ? К какому типу электромагнитных волн следует отнести данное излучение?

1483. Радиостанция мощностью 10 Вт работает на волне длиной 3 м. Вычислить энергию одного фотона этого излучения и число фотонов, испускаемых в 1 с.

1484. Сколько фотонов видимого света испускает в 1 с электрическая лампа мощностью 100 Вт, если средняя длина волны излучения 600 нм, а световая отдача лампы 3,3%?

1485. Два излучателя мощностью по 100 Вт каждый создают излучения с частотами  $3,9 \cdot 10^{14}$  и  $25 \cdot 10^{18}$  Гц соответственно. Какова энергия фотона от каждого источника? Сколько фотонов в 1 с излучает каждый источник? В каком излучении отчетливее проявляются волновые свойства и в каком — квантовые?

**1486.** Чувствительность сетчатки глаза к желтому свету ( $\lambda = 600$  нм) составляет  $1,7 \cdot 10^{-18}$  Вт. Сколько фотонов должно падать ежесекундно на сетчатку, чтобы свет был воспринят?

**1487.** В опыте по фотоэффекту на пластину падает свет с длиной волны 420 нм. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 0,95 В. Определить работу выхода электрона с поверхности пластины.

**1488.** Найти работу выхода электрона из металла, если фотоэффект начинается при частоте падающего света  $6 \cdot 10^{14}$  Гц.

**1489.** Найти наибольшую длину световой волны, при которой начинается фотоэффект для цезия и для платины. Работы выхода электрона равны 1,89 эВ и 6,3 эВ.

**1490.** Найти кинетическую энергию и скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цинка ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм.

**1491.** Найти скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра ультрафиолетовым излучением с длиной волны 155 нм.

**1492.** Электрон выходит из цезия с кинетической энергией 2 эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода равна 1,89 эВ?

**1493.** Под действием рентгеновского излучения металлическая пластина зарядилась до потенциала 1,5 кВ. Каков знак заряда? Какова длина волны рентгеновского излучения? Изменится ли заметно результат опыта, если пластина будет из никеля или вольфрама?

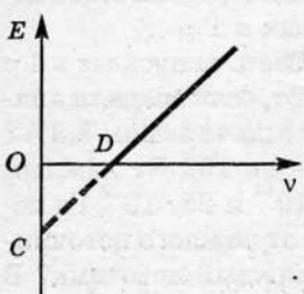


Рис. 199

**1494.** На рисунке 199 показан график зависимости кинетической энергии  $E$  фотоэлектронов от частоты  $v$  поглощенного света. Какой точке на графике соответствует граничная частота фотоэффекта? Как по графику определить работу выхода  $A$  и постоянную Планка  $h$ ?

**1495.** Найти массы фотона видимого излучения красного света

$(\lambda = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ м})$  и фотона рентгеновского излучения  $(\lambda = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ м})$ .

1496. Найти импульс фотона, если соответствующая ему длина волны равна  $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ .

1497. Каков импульс фотона с энергией 1 эВ? Какова длина волны такого излучения?

1498. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны  $5,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ ?

1499. Во сколько раз энергия фотона рентгеновского излучения с длиной волны  $\lambda_1 = 0,10 \text{ нм}$  больше энергии фотона видимого света с длиной волны  $\lambda_2 = 0,4 \text{ мкм}$ ?

1500. Найти абсолютный показатель преломления среды, в которой свет с энергией фотона  $4,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  имеет длину волны  $3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .



1501. Металлическая пластина под действием рентгеновского излучения зарядилась. Каков знак заряда?

1502. Почему давление света на черную поверхность в 2 раза меньше, чем на белую?

1503. Почему хвост кометы направлен всегда в сторону, противоположную Солнцу? Почему длина хвоста кометы не всегда одинакова?

1504. Почему люди загорают особенно быстро на берегу моря и высоко в горах?

1505. Зачем растворы фотопротивов рекомендуется хранить в темноте?

1506\*. Во сколько раз нужно увеличить выдержку при фотосъемке, если уменьшить площадь отверстия в 2 раза?

## 16. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

### 16.1. Атомная физика



1507. При переходе электрона в атоме водорода с одного энергетического уровня на другой был излучен свет с частотой  $4,57 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ . На сколько уменьшилась энергия атома?

**1508.** Под действием электронов с кинетической энергией 1,892 эВ водород светится. Какого цвета линия получена в спектре?

**1509.** Каково максимальное значение энергии фотона, испускаемого атомом водорода, если наименьшая длина волны в линейчатом спектре водорода 91,2 нм?

**1510\*.** При электрическом разряде в трубке, наполненной криптоном-86, излучаются фотоны с энергией  $3,278 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найти цвет излучения и его длину волны.

## 16.2. Физика атомного ядра.

### Элементарные частицы



**1511.** Какие изменения могут произойти в работе счетчика Гейгера (рис. 200), если резистор  $R$  заменить другим, имеющим меньшее сопротивление?

**1512.** На рисунке 201 показаны треки двух частиц в камере Вильсона. Каков знак заряда частиц, если линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости чертежа и направлены от читателя? Однакова ли масса частиц?

**1513.** На рисунке 202 показан трек положительно заряженной частицы в камере Вильсона. Частица прошла сквозь слой свинца  $AB$ . Как двигалась частица: сверху вниз или наоборот?

**1514.** Можно ли в камере Вильсона наблюдать трек заряженной частицы с временем жизни  $10^{-23}$  с? Почему?

**1515.** Почему траектория движения электрона в пузырьковой камере имеет вид плоской спирали?

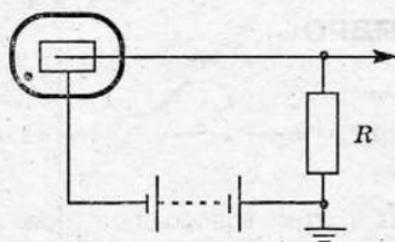


Рис. 200

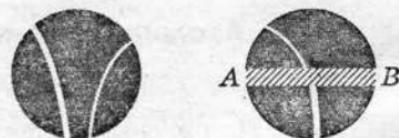


Рис. 201

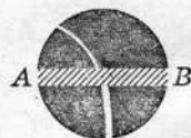


Рис. 202

**1516.** При естественном радиоактивном распаде энергии  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц почти одинаковы. Почему же в камере Вильсона треки  $\alpha$ -частиц короткие, а треки  $\beta$ -частиц настолько длинные, что полностью не помещаются в камере? Почему концы треков  $\alpha$ -частиц не прямолинейны?

**1517.** Чем отличается в камере Вильсона трек протона от трека позитрона?



**1518.** Фотохимические изменения в молекулах бромистого серебра ( $\text{AgBr}$ ) происходят под действием света с длиной волны 600 нм. Сколько молекул приблизительно может активизировать в фотоэмulsionии  $\alpha$ -частица, влетающая в нее с энергией 5 МэВ?

**1519.** Какого вида излучение регистрирует счетчик Гейгера, если радиоактивный препарат установлен на расстоянии 10 см от счетчика?

**1520.** Радиоактивный препарат полония, первоначальная масса которого 0,1 мг, испустил  $3 \cdot 10^{17}$   $\alpha$ -частиц. При этом масса полония уменьшилась на 2%. Определить массу атома гелия.

**1521.** Сколько атомов полония  $^{210}\text{Po}$  распадается за сутки в препарате массой 1 г? Период полураспада полония равен 138,4 суток.

**1522.** Радиоактивный изотоп углерода  $^{14}_6\text{C}$  в старом куске дерева составляет 0,0416 массы этого изотопа в живых растениях. Каков возраст этого куска дерева? Период полураспада изотопа  $^{14}_6\text{C}$  равен 5570 годам.

**1523.** Как изменятся атомная масса и номер элемента, если из ядра будет выброшен протон?  $\alpha$  частица?

**1524.** Определить нуклонный состав ядер гелия  $^4_2\text{He}$ , изотопа лития  $^6_3\text{Li}$ , изотопа натрия  $^{23}_{11}\text{Na}$ , изотопа железа  $^{54}_{26}\text{Fe}$ , изотопа урана  $^{235}_{92}\text{U}$ .

**1525.** Назвать химический элемент, в атомном ядре которого содержится нуклонов: а)  $7p + 7n$ ; б)  $51p + 71n$ ; в)  $101p + 155n$ .

**1526.** Определить нуклонный состав ядер изотопов водорода ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ), свинца ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) и урана ( $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ).

**1527.** Во сколько раз плотность ядерного вещества больше плотности железа? Средний объем, занимаемый одним нуклоном,  $2,1 \cdot 10^{-38} \text{ см}^3$ .

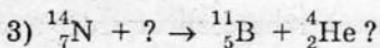
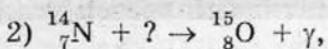
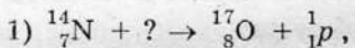
**1528.** Определить разность между массой ядра и массой составляющих его нуклонов в изотопе водорода  $^1\text{H}$  и изотопе лития  $^7\text{Li}$ .

**1529.** Вычислить энергию ядра гелия  $^4_2\text{He}$  и ядра изотопа урана  $^{238}_{92}\text{U}$ .

**1530.** Работа по разделению молекулы воды на водород и кислород равна 5 эВ. Во сколько раз атомные ядра прочнее молекулы воды?

**1531.** Найти среднюю энергию связи, приходящуюся на 1 нуклон, в ядрах изотопов лития  $^6_3\text{Li}$ , азота  $^{14}_7\text{N}$ , кислорода  $^{16}_8\text{O}$ .

**1532.** Ядерные реакции классифицируют по виду частиц, которыми обстреливаются ядра. Какие частицы применялись в следующих реакциях:



**1533.** Почему в реакции  $^{14}_7\text{N} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{17}_8\text{O} + ^1_1p$  ядро  $^{17}_8\text{O}$  и протон не могут разлететься в противоположные стороны?

**1534.** Почему нейтроны легче проникают в ядра атомов, чем другие частицы?

**1535.** Нейтрон, летящий со скоростью 2400 км/с, поглощается неподвижным ядром кадмия. Определить скорость образовавшегося нового ядра.

**1536.** Дописать ядерные реакции:



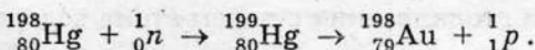
**1537.** Ядро атома бора  ${}_{5}^{11}\text{B}$  при бомбардировке быстрыми протонами распадается на три частицы, треки которых в камере Вильсона показаны на рисунке 203. Какие это частицы? Написать уравнение реакции.



Рис. 203

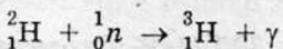
**1538.** В земной атмосфере все время происходит ядерная реакция, в которой космические нейтроны захватываются ядрами молекул газов, входящих в состав воздуха. При этом ядра азота превращаются в радиоактивный изотоп углерода  ${}_{6}^{14}\text{C}$ . Написать уравнение этой реакции.

**1539.** Известна следующая лабораторная реакция получения золота из ртути:



Почему эта реакция не нашла промышленного применения?

**1540.** Для каждой из ядерных реакций



определить, происходит освобождение энергии или ее поглощение.

**1541.** Ядро изотопа урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$ , захватив один нейрон, разделилось на два осколка. При этом освободились два нейрона. Один из осколков оказался ядром изотопа ксенона  ${}_{54}^{140}\text{Xe}$ . Каким был второй осколок? Написать уравнение реакции.

**1542.** Ядро урана  $^{235}_{92}\text{U}$ , поглотив один нейтрон, разделилось на два осколка и четыре нейтрона. Один из осколков оказался ядром изотопа цезия  $^{137}_{55}\text{Cs}$ . Ядром какого изотопа является второй осколок?

**1543.** Неподвижное ядро лития  $^7_3\text{Li}$  под действием протона распадается на две  $\alpha$ -частицы. Определить энергию, выделяющуюся при данной реакции. Масса ядра лития  $M_{^7_3\text{Li}} = 7,01601$  а.е.м., масса протона  $m_p = 1,00728$  а.е.м., масса  $\alpha$ -частицы  $M_{^4_2\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.

**1544.** При обстреле ядер фтора  $^{19}_9\text{F}$  протонами образуется кислород  $^{16}_8\text{O}$ . Запишите ядерную реакцию. Определите энергию, освобождаемую при этой реакции.

**1545.** 1. Какую часть своей скорости потеряет нейтрон при упругом столкновении с ядром атома водорода? углерода? свинца?

2. Почему в качестве замедлителей нейтронов применяют графит или воду?

**1546.** Критическая масса шарообразного образца изотопа урана  $^{235}\text{U}$  равна 60 кг. Каков критический объем этого изотопа? Каков диаметр уранового шара, способного взрываться?

**1547.** При делении одного ядра изотопа урана  $^{235}\text{U}$  освобождается энергия 200 МэВ. Сколько энергии освободится при цепной реакции в образце этого изотопа массой 60 кг, если при этом делится 0,1% содержащихся в нем ядер? Определить мощность взрыва, если реакция длилась  $10^{-6}$  с.

**1548.** Сколько ядер урана-235 должно делиться в 1 с, чтобы мощность ядерного реактора была равна 1 Вт?

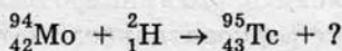
**1549.** Мощность первой в мире атомной электростанции, построенной в СССР, равна 5000 кВт при КПД 17%. Считая, что при каждом акте распада в реакторе выделяется 200 МэВ энергии, определить расход урана  $^{235}_{92}\text{U}$  в сутки.

**1550.** Мощность атомной электростанции 500 МВт и КПД 20%. Определить годовой расход урана  $^{235}_{92}\text{U}$ . Сравнить с годовым расходом каменного угля на тепловой электростанции той же мощности при КПД 25%.

**1551.** В процессе ядерного синтеза 50 000 кг водорода превратились в 49 644 кг гелия. Найти выделившуюся при этом энергию.

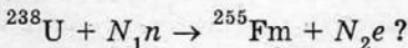
**1552.** Ядра изотопов с зарядами ядер  $Z = 43, 61, 85$  и более 92 протонных единиц не встречаются в природе, но получены искусственно. Назвать эти изотопы.

**1553.** Радиоактивный изотоп технеция  $^{95}_{43}\text{Tc}$ , не обнаруженный в природе, был получен искусственно в результате реакции



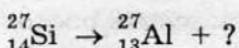
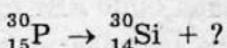
Какая частица выбрасывается?

**1554.** Сотый элемент фермий Fm впервые был получен путем кратковременного облучения урана сверхмощным потоком нейtronов. В этих условиях ядро урана может сразу поглотить более десятка нейtronов и затем, путем ряда  $\beta^-$ -распадов, перейти в трансурановый элемент. Сколько нейtronов поглотило ядро урана и сколько электронов было испущено в ходе реакции образования ядра фермия:



**1555.** В радиоактивных изотопах ядра, в которых значительно больше нейtronов, чем протонов, испускают электроны; ядра, в которых больше протонов, испускают позитроны. Какой вид излучения дают ядра бериллия  $^7_4\text{Be}$ , ядра азота  $^{13}_7\text{N}$ , ядра трития  $^3_1\text{H}$ ?

**1556.** Дописать ядерные реакции:



**1557.** Электрон и позитрон, имеющие кинетическую энергию 0,24 МэВ каждый, при встрече превратились в два одинаковых фотона. Определить энергию каждого фотона и соответствующую ему длину волны.

**1558.** Фотон с энергией 3 МэВ превратился в пару электрон-позитрон. Найти кинетическую энергию каждой частицы в предположении, что она у обеих частиц одинакова.



**1559.** При соударении протона с ядром могут образоваться новые частицы. При этом ни нуклон, ни ядро не исчезают. Не нарушаются ли в связи с этим законы сохранения?

**1560.** Как объяснить, что в камере Вильсона  $\beta$ -частицы от одного и того же радиоактивного изотопа не обладают одинаковой длиной пробега?

**1561.** Свободные нейтроны превращаются в протоны. Почему обратный процесс возможен только внутри атомных ядер?

**1562.** Как повлияет на состав электронной оболочки атома внутриядерное превращение  $n \rightarrow p$ ?  $p \rightarrow n$ ?

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## 1. Основные физические постоянные

Атомная единица массы, а. е. м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг = 931 МэВ
Масса покоя электрона, $m_e$	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона, $m_p$	$1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя нейтрона, $m_n$	$1,68 \cdot 10^{-27}$ кг
Объем моля идеального газа при нормальных условиях, $V_0$	$22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль
Постоянная Больцмана, $k$	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Постоянная универсальная газовая, $R$	8,31 Дж/(моль · К)
Постоянная гравитационная, $G$	$6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
Скорость света в вакууме, $c$	$2,998 \cdot 10^8$ м/с
Ускорение свободного падения, $g$	9,807 м/с <sup>2</sup>
Число Авогадро, $N_A$	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Число Лонгмидта, $n_0$	$2,69 \cdot 10^{25}$ м <sup>-3</sup>
Число Фарадея, $F$	$9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль
Элементарный заряд, $e$	$1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

**Примечание к таблицам.** При взятии чисел из таблиц их следует округлить до той точности (того количества значащих цифр), которая соответствует наименее точному числу в условии задачи. Нахождение числа в таблице считается отдельным действием, и если оно промежуточное, то число берется с запасной цифрой. Предельная абсолютная погрешность каждого табличного числа после округления равна половине единицы цифры последнего разряда, например, плотность ртути ( $13,6 \pm 0,05$ ) г/см<sup>3</sup>. Редкие исключения в таблицах оговорены.

**2. Плотность вещества,  $\times 10^3$ , кг/м<sup>3</sup>**  
**Твердые тела (при температуре 15—20 °C)**

Алюминий	2,7	Парафин	0,9
Бетон	2,2	Платина	21,5
Вольфрам	19,3	Плексиглас	
Древесина сухая:		(орг. стекло)	1,2
береза	0,7	Пенопласт	0,02—0,1
дуб	0,8	Пробка	0,2
сосна	0,5	Свинец	11,3
Железо	7,9	Серебро	10,5
Золото	19,3	Сталь	7,8
Кирпич	1,8	Стекло	
Латунь	8,5	(оконное)	2,5
Лед (0 °C)	0,9	Фарфор	2,3
Медь	8,9	Цинк	7,1
Мрамор	2,7	Уран-235	18,0
Олово	7,8	Чугун	7—7,8

**Жидкости (при температуре 15—20 °C)**

Азот жидкый (-196 °C)	0,79	Масло (смазочное)	0,90
Бензин	0,70	Молоко	1,03
Вода (4 °C)	1,00	Нефть	0,80
Вода морская	1,03	Раствор медного купороса (насыщенный)	1,15
Воздух жидкий (-194 °C)	0,86	Ртуть (0 °C)	13,6
Глицерин	1,26	Серная кислота	1,84
Керосин	0,80	Скипидар	0,87
Кислород жидкий (-182 °C)	1,14	Спирт	0,80
		Эфир	0,71

**Газы (при 0 °C и давлении 101 325 Па)**

Азот	0,00125	Метан	0,00071
Аммиак	0,00077	Неон	0,00090
Водород	0,00009	Озон	0,00214
Воздух	0,00129	Окись углерода	0,00125
Гелий	0,00018	Углекислый газ	0,00198
Кислород	0,00143	Хлор	0,00321

### 3. Коэффициент трения скольжения

Бронза по бронзе	0,20	Кожаный ремень	
Бронза по чугуну		по чугунному шкиву	0,56
со слабой смазкой	0,19	Сталь по льду	0,02
Дерево по дереву (дуб)	0,50	Сталь по стали	0,13
Дерево		Чугун по чугуну	
по сухой земле	0,71	со слабой смазкой	0,15
Кирпич по кирпичу	0,65	Уголь по меди	0,25

### 4. Механические свойства металла

Материал	Модуль упругости, МПа	Предел упругости, МПа	Предел прочности, МПа
Алюминий	70 000	54	90
Латунь	11 500	—	400
Медь	100 000	25	200
Свинец	17 000	25	18
Сталь	210 000	700	300

### 5. Теплота сгорания топлива, МДж/кг

Бензин	46,2	Кокс	30
Водород	120	Лигроин	43,3
Дизельное горючее	42	Мазут	42
Дрова сухие	8,3	Нефть	46
Каменный уголь	30	Спирт	30
Керосин	46,2	Торф	15
Условное топливо	30 (точно)		

### 6. Удельная теплоемкость твердых и жидких тел, кДж/(кг · К)

Алюминий	0,88	Медь	0,39
Вода	4,19	Олово	0,23
Дерево (ель, сосна)	2,4	Ртуть	0,1
Железо	0,46	Свинец	0,13
Железо при 1530— 3000 °C	0,83	Серебро	0,2
Кирпич	0,75	Сталь	0,46
Латунь	0,38	Стекло	0,83
Лед	2,1	Цинк	0,38
Масло машинное	2,1	Чугун	0,54

**7. Удельная теплоемкость газов, кДж/(кг · К)**  
 (при давлении 101 325 Па)

Азот	1	Воздух	1
Аммиак	2,1	Гелий	5,21
Водород	14,3	Кислород	0,92
Водяной пар	2,2	Углекислый газ	0,83

**8. Температура плавления веществ, °С**  
 (при давлении 101 325 Па)

Алюминий	660	Оsmий	5500
Вода чистая	0	Припой мягкий	135—200
Вода морская	-2,5	Ртуть	-39
Вольфрам	3380	Свинец	327
Железо	1535	Серебро	960
Латунь	1000	Сталь	1400
Медь	1083	Цинк	420
Олово	232	Чугун	1150

**9. Удельная теплота плавления веществ, × 10<sup>5</sup>, Дж/кг**

Алюминий	3,8	Свинец	0,25
Железо	2,7	Серебро	0,87
Лед	3,3	Сталь	0,82
Медь	1,8	Цинк	1,2
Олово	0,59	Чугун белый	1,4
Ртуть	0,12	Чугун серый	0,96

**10. Температура кипения веществ, °С**  
 (при нормальном давлении)

Азот	-196	Льняное масло	316
Алюминий	2330	Медь	2582
Аргон	-186	Неон	-246
Бензин	40	Олово	2337
Вода	100	Ртуть	357
Водород	-253	Свинец	1750
Гелий	-269	Спирт	78
Железо	3050	Цинк	907
Кислород	-183	Эфир	35

**11. Удельная теплота парообразования и конденсации жидкостей,  $\times 10^5$ , Дж/кг  
(при нормальном давлении)**

Аммиак	13,6	Скипидар	3,0
Вода	22,6	Спирт	8,5
Железо	0,58	Ртуть	3,0
Сероуглерод	3,5	Эфир	3,5

**12. Давление и плотность насыщенного водяного пара**

Температура, °C	Давление, Па	Плотность, г/м³	Температура, °C	Давление, Па	Плотность, г/м³
-20	106	0,9	11	1306	10,0
-10	253	2,1	12	1400	10,7
-5	400	3,2	13	1493	11,4
-1	560	4,5	14	1600	12,1
0	613	4,8	15	1707	12,8
1	653	5,2	16	1813	13,6
2	707	5,6	17	1933	14,5
3	760	6,0	18	2066	15,4
4	813	6,4	19	2200	16,3
5	867	6,8	20	2333	17,3
6	933	7,3	25	3173	23,0
7	1000	7,8	30	4240	30,3
8	1067	8,3	50	12330	83,0
9	1147	8,8	80	47843	293,0
10	1226	9,4	100	101325	598,0

**13. Критическая температура и давление некоторых веществ**

Вещество	$t_c$ , °C	$p \times 10^4$ , Па
Азот	-147	339
Вода	374	2212
Водород	-240	130
Гелий	-268	23
Кислород	-118	508
Углекислый газ	31	739
Эфир	194	359

**14. Психрометрическая таблица**

Показания сухого тер- мометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Относительная влажность, %											
0	100	81	63	45	28	11						
1	100	83	65	48	32	16						
2	100	84	68	51	35	20						
3	100	84	69	54	39	24	10					
4	100	85	70	56	42	28	14					
5	100	86	72	58	45	32	19	6				
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
7	100	87	74	61	49	37	26	14				
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11		
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

**15. Коэффициент поверхностного натяжения, мН/м  
(при 20 °C)**

Вода	73	Ртуть	470
Глицерин	64	Спирт	21
Керосин	24	Уксусная кислота	28
Мыльный раствор, 1%	40	Эфир	17

**16. Коэффициенты объемного расширения жидкостей,  $\times 10^{-3}$ , К<sup>-1</sup>**

Бензин	1	Нефть	1
Вода (при 20 °C)	0,15	Ртуть	0,18
Глицерин	0,5	Серная кислота	0,56
Керосин	1	Спирт	1,1
Масло	0,72	Эфир	1,7

**17. Коэффициент линейного расширения твердых тел,  $\times 10^{-4}$ , К<sup>-1</sup>**

Алюминий	0,26	Платина	0,09
Бетон	0,1	Плексиглас	1
Дерево		Свинец	0,29
поперек волокон	0,5	Серебро	0,19
вдоль волокон	0,06	Сталь (железо)	0,12
Инвар	0,005	Стекло	0,09
Латунь	0,19	Цемент	0,14
Медь	0,17	Цинк	0,26
Олово	0,21	Чугун	0,1

**18. Диэлектрическая проницаемость веществ**

Вода	81	Плексиглас	3,3
Воздух	1,0006	Слюдя	6,0
Керосин	2,1	Спирт	33
Парафин	2,1	Стекло	7,0
Парафинирован-		Титанат бария	1220
ная бумага	2,2	Эбонит	4,3

### 19. Удельное сопротивление (при 20 °C)

Металлы и сплавы,  $\times 10^{-6}$ , Ом · м

Алюминий	0,028	Платина	0,100
Вольфрам	0,055	Ртуть	0,958
Константан	0,480	Свинец	0,210
Латунь	0,071	Серебро	0,016
Манганин	0,450	Сталь	0,120
Медь	0,017	Фехраль	1,200
Никелин	0,420	Цинк	0,060
Нихром	1,100		

### Полупроводники, Ом · м

Бор	$6 \cdot 10^3$	Оксись меди	$1 \cdot 10^7$
Германий	$5 \cdot 10^2$	Селен	$1 \cdot 10^2 \div 1 \cdot 10^4$
Кремний	$1 \cdot 10^4$	Теллур	$2,5 \cdot 10^{-3}$

### 10-процентные растворы, $\times 10^{-2}$ , Ом · м

NaCl	8,3	KOH	3,2
ZnSO <sub>4</sub>	21,3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,6
CuSO <sub>4</sub>	31,3		

### 20. Температурный коэффициент сопротивления, К<sup>-1</sup>

Алюминий	0,004	Платина	0,004
Вольфрам	0,005	Ртуть	0,0009
Константан	0,00002	Свинец	0,004
Латунь	0,001	Серебро	0,004
Манганин	0,00003	Сталь	0,006
Медь	0,004	Фехраль	0,0002
Никелин	0,0001	Цинк	0,004
Нихром	1,0001		

### 21. Электрохимический эквивалент, мг/Кл

Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	0,093	Натрий (Na <sup>-</sup> )	0,238
Водород (H <sup>-</sup> )	0,01045	Никель (Ni <sup>2+</sup> )	0,304
Железо (Fe <sup>2+</sup> )	0,289	Свинец (Pb <sup>2+</sup> )	1,074
Железо (Fe <sup>3+</sup> )	0,193	Серебро (Ag <sup>-</sup> )	1,118
Золото (Au <sup>3+</sup> )	0,680	Хлор (Cl <sup>-</sup> )	0,367
Кислород (O <sup>2-</sup> )	0,0829	Хром (Cr <sup>-</sup> )	0,180
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	0,329	Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	0,339

**22. Электрическая прочность,  $\times 10^3$ , В/см  
(средние значения)**

Воздух	30	Слюдя	150
Масло минеральное	100	Стекло	300
Мрамор	40	Фарфор	150
Парафин	200	Эбонит	300

**23. Показатель преломления веществ**

Алмаз	2,42	Плексиглас	1,50
Вода	1,33	Сероуглерод	1,63
Воздух	1,00029	Скипидар	1,47
Глицерин	1,47	Спирт этиловый	1,36
Каменная соль	1,54	Стекло	
Кварц	1,54	(тяжелый флинт)	1,80
Кедровое масло	1,52	Стекло	
Лед	1,31	(легкий крон)	1,57

**24. Работа выхода, эВ**

Алюминий	3,74	Медь	4,47
Висмут	4,62	Молибден	4,27
Вольфрам	4,50	Натрий	2,27
Железо	4,36	Никель	4,84
Золото	4,58	Платина	5,29
Калий	2,15	Серебро	4,28
Кобальт	4,25	Цезий	1,89
Литий	2,39	Цинк	3,74

**25. Массы некоторых изотопов, а. е. м.<sup>1</sup>**

Элемент	Изотоп	Масса	Элемент	Изотоп	Масса
Водород	${}_1^1\text{H}$	1,00783	Углерод	${}_6^{12}\text{C}$	12,00000
	${}_1^2\text{H}$	2,01410		${}_6^{13}\text{C}$	13,00335
	${}_1^3\text{H}$	3,01605		${}_8^{16}\text{O}$	15,99491
Гелий	${}_2^3\text{He}$	3,01603	Кислород	${}_8^{19}\text{F}$	18,99843
	${}_2^4\text{He}$	4,00260		${}_{13}^{27}\text{Al}$	26,98153
Литий	${}_3^6\text{Li}$	6,01513	Фтор	${}_{15}^{30}\text{P}$	29,97867
	${}_3^7\text{Li}$	7,01601		${}_{86}^{222}\text{Rn}$	222,01922
Бериллий	${}_4^8\text{Be}$	8,00531	Радий	${}_{88}^{226}\text{Ra}$	226,02435
	${}_4^9\text{Be}$	9,01219		${}_{92}^{235}\text{U}$	235,04299
Бор	${}_5^{11}\text{B}$	11,00930	Уран	${}_{92}^{238}\text{U}$	238,05006
Азот	${}_7^{14}\text{N}$	14,00307		${}_{92}^{237}\text{Np}$	237,04706
				${}_{94}^{239}\text{Pu}$	239,05122

<sup>1</sup> 1 а. е. м. равна 1/12 массы изотопа  ${}_6^{12}\text{C}$ .

**26. Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц и их наименования**

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
$10^{12}$	тера	Т	Т
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
$10^1$	дека	да	da
$10^{-1}$	деки	д	d
$10^{-2}$	санти	с	c
$10^{-3}$	милли	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	μ
$10^{-9}$	нано	н	n
$10^{-12}$	пико	п	p
$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^{-18}$	атто	а	a

**Приближенные вычисления в задачах по физике**

1. При сложении и вычитании приближенных чисел в полученном результате нужно отбрасывать по правилам округления цифры тех разрядов справа, в которых нет значащих цифр хотя бы в одном из данных приближенных чисел.

2. При умножении и делении приближенных чисел в полученном результате нужно сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим количеством значащих цифр.

3. При возведении приближенного числа в квадрат и куб нужно в результате сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет возводимое в степень число.

4. При извлечении квадратного и кубического корней в результате следует брать столько значащих цифр, сколько их имеет подкоренное приближенное число.

5. При решении задач с приближенными данными

нужно в результатах промежуточных действий сохранять на одну цифру больше, чем требуют правила округления результатов отдельных действий, причем при подсчете значащих цифр в промежуточных результатах запасные цифры не принимаются во внимание; в окончательном результате запасная цифра отбрасывается по правилам округления. Для удобства запасные цифры следует подчеркивать.

### Латинский алфавит

<i>A a</i>	а	<i>N n</i>	эн
<i>B b</i>	бэ	<i>O o</i>	о
<i>C c</i>	це	<i>P p</i>	пэ
<i>D d</i>	дэ	<i>Q q</i>	ку
<i>E e</i>	э	<i>R r</i>	эр
<i>F f</i>	эф	<i>S s</i>	эс
<i>G g</i>	гэ (жэ)	<i>T t</i>	тэ
<i>H h</i>	ха (аш)	<i>U u</i>	у
<i>I i</i>	и	<i>V v</i>	вэ
<i>J j</i>	йот (жи)	<i>W w</i>	дубль-вэ
<i>K k</i>	ка	<i>X x</i>	икс
<i>L l</i>	эль	<i>Y y</i>	игрек
<i>M m</i>	эм	<i>Z z</i>	зэт

### Греческий алфавит

<i>Α α</i>	альфа	<i>Ν ν</i>	ни (ню)
<i>Β β</i>	бета	<i>Ξ ξ</i>	кси
<i>Γ γ</i>	гамма	<i>Ο ο</i>	омикрон
<i>Δ δ</i>	дельта	<i>Π π</i>	пи
<i>Ε ε</i>	эпсилон	<i>Ρ ρ</i>	ро
<i>Ζ ζ</i>	дзета	<i>Σ σ</i>	сигма
<i>Η η</i>	эта	<i>Τ τ</i>	тау
<i>Θ θ</i>	тэта	<i>Υ υ</i>	ипсилон
<i>Ι ι</i>	йота	<i>Φ φ</i>	фи
<i>Κ κ</i>	каппа	<i>Χ χ</i>	хи
<i>Λ λ</i>	ламбда	<i>Ψ ψ</i>	пси
<i>Μ μ</i>	ми (мю)	<i>Ω ω</i>	омега

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Период	Ряд	ГРУППЫ			
		I	II	III	IV
I	1	(H)			
II	2	Li <sup>3</sup> Литий 6,939	Be <sup>4</sup> Бериллий 9,0122	B <sup>5</sup> Бор 10,811	C <sup>6</sup> Углерод 12,01115
III	3	Na <sup>11</sup> Натрий 22,9898	Mg <sup>12</sup> Магний 24,305	Al <sup>13</sup> Алюминий 26,9815	Si <sup>14</sup> Кремний 28,086
IV	4	K <sup>19</sup> Калий 39,102	Ca <sup>20</sup> Кальций 40,08	Sc <sup>22</sup> Скандий 44,956	Ti <sup>24</sup> Титан 47,90
	5	29 Cu <sup>63,546</sup> Медь	30 Zn <sup>65,37</sup> Цинк	Ga <sup>31</sup> Галлий 69,72	Ge <sup>32</sup> Германий 75,59
V	6	Rb <sup>37</sup> Рубидий 85,47	Sr <sup>38</sup> Стронций 87,62	Y <sup>40</sup> Иттрий 88,905	Zr <sup>40</sup> Цирконий 91,22
	7	47 Ag <sup>107,868</sup> Серебро	48 Cd <sup>112,40</sup> Кадмий	In <sup>49</sup> Индий 114,82	Sn <sup>50</sup> Олово 118,69
VI	8	Cs <sup>55</sup> Цезий 132,905	Ba <sup>56</sup> Барий 137,34	La <sup>72</sup> Лантан 138,91	Hf <sup>72</sup> Гафний 178,49
	9	79 Au <sup>196,967</sup> Золото	80 Hg <sup>200,59</sup> Ртуть	Tl <sup>81</sup> Таллий 204,37	Pb <sup>82</sup> Свинец 207,19
VII	10	Fr <sup>87</sup> Франций [223]	Ra <sup>88</sup> Радий [226]	Ac <sup>89</sup> Актиний [227]	Rf <sup>104</sup> Резерфордий [261]

Лантаноиды**	58 Ce <sup>140,12</sup> Церий	59 Pr <sup>140,907</sup> Празеодим	60 Nd <sup>144,24</sup> Неодим	61 Pm <sup>[147]*</sup> Прометий	62 Sm <sup>150,35</sup> Самарий	63 Eu <sup>151,96</sup> Европий	64 Gd <sup>157,25</sup> Гадолиний
Актиноиды**	90 Th <sup>232,038</sup> Торий	91 Pa <sup>[231]</sup> Протактиний	92 U <sup>238,03</sup> Уран	93 Np <sup>[237]</sup> Нептуний	94 - Pu <sup>[244]</sup> Плутоний	95 Am <sup>[243]</sup> Америций	96 Cm <sup>[247]</sup> Кюрий

# ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

## ЭЛЕМЕНТОВ

V	VI	VII	VIII			
		<b>H</b> 1 Водород	<b>He</b> 2 Гелий		Обозначение элемента	Атомный номер
<b>N</b> 7 14,0067 Азот	<b>O</b> 8 15,9994 Кислород	<b>F</b> 9 18,9984 Фтор	<b>Ne</b> 10 20,179 Неон	<b>Ar</b> 18 39,948 Аргон	<b>Li</b> 3 6,939 Литий	
<b>P</b> 15 30,9738 Фосфор	<b>S</b> 16 32,064 Сера	<b>Cl</b> 17 35,453 Хлор			Относительная атомная масса	
<b>V</b> 23 50,942 Ванадий	<b>Cr</b> 24 51,996 Хром	<b>Mn</b> 25 54,9380 Марганец	<b>Fe</b> 26 55,847 Железо	<b>Co</b> 27 58,9330 Кобальт	<b>Ni</b> 28 58,71 Никель	
<b>As</b> 33 74,9216 Мышьяк	<b>Se</b> 34 78,96 Селен	<b>Br</b> 35 79,904 Бром	<b>Kr</b> 36 83,80 Криптон			
<b>Nb</b> 41 92,906 Ниобий	<b>Mo</b> 42 95,94 Молибден	<b>Tc</b> 43 [99] Технеций	<b>Ru</b> 44 101,07 Рутений	<b>Rh</b> 45 102,905 Родий	<b>Pd</b> 46 106,4 Палладий	
<b>Sb</b> 51 121,75 Сурьма	<b>Te</b> 52 127,60 Теллур	<b>I</b> 53 126,9044 Иод	<b>Xe</b> 54 131,30 Ксенон			
<b>Ta</b> 73 180,948 Тантал	<b>W</b> 74 183,85 Вольфрам	<b>Re</b> 75 186,2 Рений	<b>Os</b> 76 190,2 Осмий	<b>Ir</b> 77 192,2 Иридий	<b>Pt</b> 78 195,09 Платина	
<b>Bi</b> 83 208,980 Висмут	<b>Po</b> 84 [210] <sup>14</sup> Полоний	<b>At</b> 85 [210] Астат	<b>Rn</b> 86 [222] Радон			
<b>Db</b> 105 [262] Дубний	<b>Sg</b> 106 [263] Сиборгий	<b>Bh</b> 107 [262] Борий	<b>Hs</b> 108 [265] Хассий	<b>Mt</b> 109 [266] Мейтнерий	<b>Lr</b> 110 [256] Лоуренсий	

<b>Tb</b> 65 158,924 Тербий	<b>Dy</b> 66 162,50 Диспрозий	<b>Ho</b> 67 164,930 Гольмий	<b>Er</b> 68 167,26 Эрбий	<b>Tm</b> 69 168,934 Тулий	<b>Yb</b> 70 173,04 Иттербий	<b>Lu</b> 71 174,97 Лютесций
<b>Bk</b> 97 [247] Берклий	<b>Cf</b> 98 [252] <sup>14</sup> Калифорний	<b>Es</b> 99 [254] Эйнштейний	<b>Fm</b> 100 [257] Фермий	<b>Md</b> 101 [257] Менделевий	<b>No</b> 102 [255] Нобелий	<b>Lr</b> 103 [256] Лоуренсий

# ОТВЕТЫ

1. Поступательное.

2. 1. Равные. Да, так как пройденное расстояние очень велико по сравнению с длиной поезда.

3. 30 с. Нет, так как длина туннеля сравнима с длиной поезда.

4. Нет. 5 м.

5. 250 м.

6. а)  $x_0 = 0$ ;  $x_1 = 25$  м;  $x_2 = 0$ ;

$l = 50$  м;  $|\vec{s}| = 0$ .

б)  $y_0 = 0$ ;  $y_1 = 6$  м;  $y_2 = 0$ ;

$l = 12$  м;  $|\vec{s}| = 0$ .

в)  $x_0 = 0$ ;  $x_1 = 5$  км;  $x_2 = 4$  км;

$l = 10$  км;  $|\vec{s}| = 4$  км.

г)  $x_0 = 0$ ;  $y_0 = 0$ ;  $x_1 = 300$  м;

$y_1 = 0$ ;  $x_2 = 300$  м;  $y_2 = 300$  м;

$l = 600$  м;  $|\vec{s}| = 420$  м на северо-восток.

7. Равномерное; равномерное прямолинейное.

9.  $v_I = 2v_{II}$ .

10. 1 и 2 начались неодновременно; 2 и 3 начались не из одной точки; 1 и 3 начались не одновременно и не из одной точки пути. Во всех случаях с разной скоростью.

11. 24 км западнее и 18 км восточнее наблюдателя.

12.  $x_A = 20$  см;  $x_B = 50$  см;

$l = |\vec{s}| = 30$  см; 6 см/с;

$x = 20 + 6t$  (см).

13.  $x_A = 3$  м;  $y_A = 6$  м;

$x_B = 13,5$  м;  $y_B = 9$  м;

$s_x = 10,5$  м;  $s_y = 3$  м;  $|\vec{s}| \approx 11$  м;

$t = 2$  с;  $v_x \approx 0,46$  м/с;

$v_y \approx 0,14$  м/с.

14. 40 м.

15. 1. 120 м. 2. 1000 см/с; 36 км/ч.

16. 20 с; 60 м; 100 м.

17. В пункт *B* самолеты прилетят одновременно.

18. В средней точке отрезка *AB* в 10 ч 30 мин.

19. 0,4 м/с; 0,69 м/с; 120 м; 60 м.

20. Отсутствует тело отсчета.

21. Облака вследствие конвекции поднимаются вверх, что воспринимается как падение самолета вниз.

22. Нет; да.

23. Отвесная линия; кривая линия (парабола).

24. При движении машины вперед цепная лента транспортера движется назад со скоростью, равной по модулю скорости машины.

25. В системе отсчета «газета».

26. 18 м.

27. 54 км/ч; 150 км/ч;  $t_1 = 50$  с;  $t_2 \approx 18$  с.

28. 3,5 м/с; 0,5 м/с.

29. 1 км/ч; 19 км/ч.

30. 1000 м/с; 500 м/с.

31.  $\approx 1,8$  м/с.  
 32.  $\approx 22$  м/мин.  
 33. 65 м/с; 35 м/с;  $\approx 52$  м/с.  
 34. а) 0; 20 м; 10 м; 20 м;  
     б) 0; 20 м; 10 м;  $\approx 22$  м.  
 35. а) 25 с; б) 16 с.  
 36.  $t = \frac{2lv}{v^2 - u^2}$ . С увеличением  
     скорости течения время уве-  
     личивается.  
 37.  $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2} = 0,7$  м/с.  
 38.  $7,6 \cdot 10^3$  км/ч;  $3,8 \cdot 10^3$  км/ч;  
 $\approx 5,1 \cdot 10^3$  км/ч.  
 39. 40 км/ч.  
 40. 2,5 м/с; 5 м/с; 3,75 м/с.  
 41.  $\approx 15$  км/ч.  
 42.  $\approx 17$  м/с.  
 43. 48 км/ч.  
 44. 72 км/ч.  
 45. Средней; мгновенной; мгно-  
     венной.  
 46. Равноускоренное, равноза-  
     медленное.  
 47. 50 м/с<sup>2</sup>.  
 48. 0,8 м/с<sup>2</sup>.  
 49. 0,4 м/с<sup>2</sup>.  
 50. 3,5 м/с<sup>2</sup>.  
 51.  $-0,5$  м/с<sup>2</sup>.  
 52.  $\approx -2,4$  см/с<sup>2</sup>;  $\approx 9,7$  см/с<sup>2</sup>.  
 53. В обеих системах 0,3 м/с<sup>2</sup>.  
 54. Прямо пропорциональная.  
 55. Линейная.  
 56. 7,5 м/с.  
 57. Проекции скорости на ось:  
     2 см/с; 0;  $-2$  см/с;  $-4$  см/с;  
      $-6$  см/с. Через 2 с направле-  
     ние движения сменилось на  
     обратное.  
 58.  $\approx 21$  с.  
 59.  $\approx 9,7$  км/ч.  
 60. 4 с.  
 61. 5,2 м/с;  $-1,3$  м/с<sup>2</sup>.  
 63. 1.  $v = \frac{s}{t}$ . 2.  $v_0 = \frac{2s}{t}$ .  
 64. а) 75 см; б) 95 см.  
 65. 25 м; 24 м. Перемещение  
     тела происходило сначала в  
     прямом, а потом в противопо-  
     ложном направлении.  
 66. В 24 м до того места, где  
     он находится в данный мо-  
     мент.  
 67. 1 см, 4 см, 9 см; 1 см, 3 см,  
     5 см;  $s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 4 : 9$ ,  
 $s_1' : s_2' : s_3' = 1 : 3 : 5$ .  
 68. Нет.  
 69. 0,3 м; 2,7 м; 5,7 м;  $\approx 15$  м.  
 70.  $\approx 2,2$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 34$  м.  
 71.  $a = (1,7 \pm 0,3)$  м/с<sup>2</sup>.  
 72. 12 м/с.  
 73. 1,3 м.  
 74. 10 м/с;  $\approx 0,13$  км.  
 75.  $\approx 1,9$  м.  
 76. 8 с.  
 77. 8 м/с.  
 78. 136 м.  
 79. 40 м/с.  
 80. а) 100 см/с; б) 90 см/с.  
 81. 60 км/ч; 120 км/ч.  
 82. 40 м/с.  
 83.  $\approx 1,3$  км.  
 84. 80 с.  
 85. 2 м/с.  
 86.  $\approx 42$  м.  
 87.  $\approx 42$  м.  
 88.  $\approx 300$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 37$  с.  
 89. 0,25 м/с<sup>2</sup>.

90.  $\approx 3,9 \text{ м/с}^2$ .

91.  $\approx 14 \text{ м/с}$ .

92. 1)  $v = 25$ ; 2)  $v = 10t$ ;

3)  $v = 15 + 5t$ ; 4)  $v = 40 - 10t$ .

93.  $\approx 23 \text{ м}$ .

94. 13 м.

95.  $-0,2 \text{ м/с}^2$ ;  $\approx 1,7 \text{ мин}$ ;  $\approx 14 \text{ м/с}$ .

97. 40 с; 400 м.

98. Вторая капля упадет раньше, так как у нее больше средняя скорость.

99. Будет увеличиваться.

100. Так как выпадение капель из тучи происходит не одновременно, то расстояние между ранее выпавшими и последующими каплями будет со временем увеличиваться.

101.  $\approx 20 \text{ м}$ ;  $\approx 20 \text{ м/с}$ .

102. При выстреле вертикально вверх  $v_0 = \sqrt{2gH}$ , где  $H$  — высота подъема «снаряда».

103.  $v_0 = gt$ , где время  $t$  можно измерить секундомером;  $v_0 = \sqrt{2gH}$ , где высоту  $H$  можно измерить угломерным инструментом.

104. а)  $a = f(t)$ ; б)  $v = f(t)$ ; в)  $y = f(t)$ ; г)  $l = f(t)$ .

105.  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ , где  $H$  — расстояние, пройденное линейкой при падении.

106. 16,8 м/с.

107. +; -.

108. 500 м.

109. В любой момент времени  $t$  координаты тел будут соот-

ветственно  $y_1 = \frac{gt^2}{2}$  и  $y_2 = y_0 +$

$+\frac{gt^2}{2}$ . Поэтому  $y_2 - y_1 = \text{const}$ .

110. 20 м.

111.  $\approx 500 \text{ м}$ .

112. 6 м; 18 м; 30 м.

113.  $\approx 1,5 \cdot 10^2 \text{ м}$ .

114.  $\approx 64 \text{ м}$ .

115. На 55 м ниже точки отсчета; на 45 м выше точки отсчета.

116. 2 с.

117.  $\approx 4,5 \text{ с}$ ;  $\approx 245 \text{ м/с}$ .

118. 3,4 с.

119.  $\approx 0,23 \text{ с}$ ; уменьшится на 18 см.

120. Нет;  $t \approx \frac{1}{22} \text{ с}$ .

121.  $\approx 15 \text{ м/с}$ .

122. 78 м/с.

123. 15 м; 20 м; 15 м; 0; -25 м.

124.  $\approx 1 \text{ с}$ ;  $\approx 5 \text{ с}$ . Первый раз мяч будет на высоте 25 м при движении вверх и второй раз — при движении вниз.

125.  $\approx 1,5 \text{ с}$ ;  $\approx 11 \text{ м}$ .

126.  $\approx 340 \text{ м/с}$ .

127. 1)  $\approx 10 \text{ м/с}$ ; 2)  $\approx 10 \text{ м/с}$ ; 3)  $\approx 8 \text{ м/с}$ .

128.  $\approx 123 \text{ м}$ .

129.  $\approx 3 \text{ с}$ .

130.  $\approx 45 \text{ м}$ ; через  $\approx 3,3 \text{ с}$ .

131. а) 5 с; б)  $\approx 5,5 \text{ с}$ ; в)  $\approx 4,5 \text{ с}$ .

132. 15 м; 2 с; 20 м; 4 с; 20 м/с.

133. Нет. Нет.

134. Вращательным.

135.  $a_A = 0,9 \text{ м/с}^2$ ;  $a_B = 0,6 \text{ м/с}^2$ .

136.  $l_1 = 0,5\pi R$ ;  $|\vec{s}_1| = R\sqrt{2}$ ;  
 $l_2 = \pi R$ ;  $|\vec{s}_2| = 2R$ ;  $l_3 = 2\pi R$ ;  
 $|\vec{s}_3| = 0$ .

137. 31,4 см/с.

138. 1 мин; 1 ч; 12 ч; 1 об/мин;  
1 об/ч; 1/12 об/ч.

139.  $v = \frac{2\pi R}{T}$  (длину стрелки  
 $R$  измерить).

140.  $\approx 464$  м/с.

141.  $\approx 30$  км/с.

142.  $\approx 940$  км.

143.  $\approx 160$  об/мин.

144.  $\approx 3,8$  об/с.

145.  $\approx 4,5$  м.

146.  $\approx 2,5$  м/с.

147.  $\approx 3,2 \cdot 10^3$  об/мин.

148. Нельзя, так как  $V = 37$  м/с.

149.  $1800^\circ$ , 31,4 рад; 6 град/с;  
0,105 рад/с.

150.  $\approx 0,63$  рад/с;  $\approx 130$  рад/с;  
 $6,28 \cdot 10^3$  рад/с.

151.  $\approx 2,5$  рад/с;  $2\pi$  рад/с;  
60π рад/с.

152.  $\approx 0,42$  об/с;  $0,83\pi$  рад/с.

153. В 12 раз.

154.  $\omega_1 = \omega_2$ .

155. 0,80 м/с<sup>2</sup>.

156.  $\approx 36$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 56$  об/мин.

157. 60 см/с.

158.  $R > 1,3$  км.

159. 50 м/с<sup>2</sup>; 200 м/с<sup>2</sup>.

160.  $v_A = 0$ ;  $v_B = 4$  м/с;  $v_C \approx$   
 $\approx 2,8$  м/с.

161. Автомобиль сохраняет  
состояние равномерного дви-  
жения, когда действия на него  
других тел компенсируется.

162. Нет.

163. а) Нет, если движение ус-  
коренное; да, если движение  
равномерное; б) да; в) да, если  
движение равномерное и пря-  
молинейное.

164. Да, если вагон движется  
равномерно и прямолинейно.  
Во всех остальных случаях —  
нет.

165. На участке  $AB$ .

166. Потому, что автомобиль  
обладает инертностью.

167. Потому, что возможен  
обрыв стебля, а корень по  
инерции остается в почве.

168. Ружье (масса больше).

169.  $m_1 : m_2 = 1 : 100$ .

170. 0,5 кг.

171.  $m_1 : m_2 = 1 : 0,7$ .

172. 2 т.

173. Верно только последнее  
утверждение.

174. Кроме силы  $\vec{F}$  на ящик  
действует сила  $\vec{F}'$  со стороны  
стенки. Обе эти силы уравно-  
вешиваются.

175. Нет.

176. В первом случае (масса  
лодки меньше, ускорение  
больше).

177. Большее ускорение полу-  
чает тележка в случае б).

178. 40 Н.

179. 0,5 Н.

180. 40 см/с<sup>2</sup>.

181.  $\approx 3,3$  см/с<sup>2</sup>;  $\approx 20$  см/с.

182. 0,25 кг; 90 м.

183. 0,2 Н.

184. 40 см; 40 см/с.
185. 0,6 м.
186. 1 кН.
187.  $1,2 \text{ м/с}^2$ .
188. 2 кН.
189. Нет, так как отсутствует взаимодействие с другим телом.
191. Колеса действуют на дорогу силой трения покоя, дорога действует на колеса (машину) силой трения покоя.
192. 1 Н.
193. Нет, так как они приложены к одному и тому же телу.
194. 100 Н.
195. Так как оба тела движутся с ускорением влево, то  $|\vec{F}_2| < |\vec{F}_1|$ .
196. Сила упругости троса, сила тяжести, сила трения, сила реакции грунта.
197. Сила тяжести и сила сопротивления воздуха; сила тяжести и сила упругости опоры.
198. Сила тяжести и сила реакции (упругости) опоры.
199. Вес гири (приложен к шнуре), сила упругости (приложена к гири).
200. 27 Н.
201. 2,5 Н/см; 2 см; 8 см; 5 см. Сила пропорциональна удлинению пружины.
202.  $\approx 2,5 \text{ см}$ ;  $\approx 15 \text{ Н}$ .
203. 0,71 кН.
204. 50 Н.
205. Нет; да.
206. Потому, что действуют гравитационные силы со стороны других космических тел. Могут, когда равнодействующая гравитационных сил уравновешивается силой тяги двигателя или на большом удалении от небесных тел (при выключенном двигателе).
207. Обращалась бы вокруг Солнца. Упала бы на Землю.
208. Можно, если применить гири. Масса тела будет равна массе набора гирь, вызывающих такое же показание динамометра, как и данное тело.
209.  $\approx 10^4 \text{ кг}$ .
210.  $\approx 10^{-6} \text{ Н}$ .
211.  $\approx 3,6 \cdot 10^{22} \text{ Н}$ .
212. Как 2,5 : 1.
213. На  $54R$  от центра Земли.
214.  $2,5 \text{ м/с}^2$ .
215.  $\approx 2600 \text{ км}$ .
216.  $\approx 1,6 \text{ м/с}^2$ .
217. 19,6 Н;  $\approx 3,9 \text{ Н}$ ;  $\approx 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ .
218.  $\approx 0,10 \text{ кг}$ ; 5 кг.
219.  $\approx 0,70 \text{ м/с}^2$ ; под углом  $45^\circ$  к горизонту.
220.  $\approx 2 \text{ м/с}^2$ .
221.  $H = 0,7R$ , где  $R$  — радиус Земли.
222. 9,8 м/с<sup>2</sup>; 19,6 м/с<sup>2</sup>; 4,9 м/с<sup>2</sup>.
223. Противодействует сила трения покоя.
224. Удержать легче, так как помогает сила трения покоя.
225. Вертикальная часть графика — нарастающая от нуля сила трения покоя; когда она достигает максимума, тело сдвигается с места и сила тре-

ния скольжения, направленная в сторону, противоположную движению тела, несколько уменьшается, а затем она в некотором интервале значений скорости остается постоянной. При дальнейшем увеличении скорости сила трения увеличивается.

226. Во втором случае сила трения уменьшается, так как имеет место качение.

227. В воде сила трения покоя полностью отсутствует. Для того чтобы сообщить телу большой массы ускорение, нужна большая сила.

228. Останавливается из-за трения в жидкости. Для уменьшения трения.

229. Большое сопротивление воды, так как осадка нагруженного корабля больше.

230. Увеличивается скорость буксировки, так как буксир не тормозит баржу потоком воды, отбрасываемой назад.

231. Уменьшается лобовая поверхность лодки и, следовательно, сила сопротивления воды.

232. Чтобы плывущие по реке льдины легче обтекали устои и не разрушали их.

233. Равенства между векторами  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $k\vec{N}$  не может быть, так как они направлены неодинаково.

234. Форма бутылки способствует ее обтеканию воздухом.

235.  $0,45 \pm 0,01$ .

236. 100 Н.

237. Коэффициент трения между примесями и полотном больше, чем между семенами льна и полотном;  $31^\circ < \alpha < 39^\circ$ .

238.  $\approx 1,3$  Н.

239.  $\approx 50$  Н.

240. 10 Н; 90 Н.

241. 40 Н; 70 Н.

242.  $\approx 26$  кг; 10 Н.

243.  $\geq 0,3$ .

244. В 2,25 раза.

246.  $2 \text{ м/с}^2$ ; 0,6 Н.

247.  $\approx 7,1 \text{ м/с}$ .

248. Да, во все время движения.

249. Потому, что корабль находится в состоянии невесомости.

250. Низ будет там, где потолок. По потолку кабины.

251. Нет, так как ракета будет подниматься равномерно.

252. Не будет (состояние невесомости).

253. а)  $\approx 700$  Н; б)  $\approx 900$  Н; в)  $\approx 700$  Н.

254.  $2,7 \text{ м/с}^2$ .

255.  $2 \text{ м/с}^2$ .

256. 2,6 кН.

257. а)  $\approx 140$  кН; б)  $\approx 150$  кН; в)  $\approx 170$  кН.

258. 1,5 кН;  $\approx 0,5$  кН.

259. а)  $\approx 100$  кН; б) 95 кН; в) 105 кН.

260.  $\approx 10 \text{ м/с}$ .

261.  $\approx 1,5$  кН.

262. 3Р.

263.  $\approx 173$  Н;  $\approx 182$  Н.  
 264.  $\approx 5,0$  рад/с.  
 265.  $\approx 9$ ;  $\approx 11$ . Есть: 80 кг.  
 266.  $19,6$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 1,18$  км/с;  
 $\approx 35,3$  км.  
 267.  $\approx 0,6$  с<sup>-1</sup>.  
 268. а)  $3g_0$ ; б)  $5g_0$ ; в)  $4g_0$ .  
 269. В 17 раз.  
 270. Струи бьют из трубок,  
 расположенных под различ-  
 ными углами к горизонту.  
 271. Различны начальные ско-  
 рости частиц, так как  $v = f(R)$ .  
 272.  $\approx 8,7$  м/с; 5 м/с;  $\approx 1,3$  м;  
 1 с;  $\approx 8,7$  м.  
 273. 1,1 с; 8,9 с.  
 274. 1 с;  $\approx 0,6$  м; 3,5 м.  
 275.  $\approx 5,1$  м;  $\approx 10$  м;  $\approx 15$  м;  
 35 м; 40 м; 35 м; 20 м/с; 30,  
 45 и 60° соответственно.  
 276.  $\approx 76^\circ$ .  
 277. 300 м.  
 278. Как 4 : 5.  
 279.  $\approx 2,8$  м.  
 280.  $\approx 29$  м/с.  
 281.  $\approx 11$  м/с;  $\approx 13$  м/с.  
 282.  $\approx 2$  с; 25 м/с;  $\approx 53^\circ$ .  
 283. 20 км; увеличится в  
 $\sqrt{2}$  раза.  
 284.  $\approx 570$  м.  
 285. Отвесная линия; парабола.  
 287. Вернется на Землю; буд-  
 дет обращаться вокруг Земли  
 по эллипсу.  
 288. К скорости спутника при-  
 бавляется скорость точки за-  
 пуска на поверхности Земли,  
 вращающейся вокруг оси.  
 289.  $\approx 8$  км/с; 3,5 км/с;  
 $\approx 7,1$  км/с;  $\approx 1,7$  км/с.  
 290.  $\approx 8$  км/с.  
 291.  $\approx 5,6$  км/с;  $\approx 4,6$  км/с;  
 $\approx 4$  км/с.  
 292. 1. При Н  $\approx 4 \cdot 10^5$  км.  
 2. Нет, так как радиус орбиты  
 оказался бы меньше радиуса  
 Земли.  
 293. 1.  $\approx 7,8$  км/с;  $\approx 90$  мин.  
 2.  $\approx 4$  ч.  
 294.  $\approx 30$  км/с.  
 295.  $\approx 5,8 \cdot 10^{24}$  кг.  
 296.  $2 \cdot 10^{30}$  кг.  
 297. 0,7 м/с<sup>2</sup>.  
 298.  $\approx 65$  м.  
 299.  $a = \mu g$ .  
 300.  $\approx 0,25$  м/с<sup>2</sup>.  
 301. 5 м/с.  
 302. а)  $\approx 0,13$  кН; б) 0,5 кН;  
 в) 15 кН.  
 303. 0,2 м/с<sup>2</sup>; 90 Н.  
 304. 0,25 кН.  
 305.  $\approx 89$  км/ч.  
 306.  $\approx 2$  м/с<sup>2</sup>.  
 307.  $\approx 0,26$  МН.  
 308. 1,8; 2,7; 3,4; 3,5 см/с;  
 2,3; 0 см/с<sup>2</sup>. Потому что с это-  
 го момента равнодействую-  
 щая сила равна нулю.  
 309. По диагонали параллело-  
 грамма со сторонами  $\vec{F}$  и  $m\vec{g}$ .  
 310. а) Оба вагона пройдут оди-  
 наковые расстояния; б) груже-  
 ный откатится дальше.  
 311. 8,5 Н;  $\approx 4,9$  м/с<sup>2</sup>.  
 312. 1 м/с<sup>2</sup>.  
 313. 15°.

314. 19,6 м/с.
315. Через  $\approx 2,8$  с.
316.  $0,98 \text{ м/с}^2$ ;  $\approx 18$  Н.
317.  $35^\circ$ .
318. Нет, так как  $\operatorname{tg} \varphi > \mu_0$ .
319. 0,24 Н.
320. 0,4 с.
321. 5 с.
322.  $\approx 6$  м/с.
323. 1.  $\approx 78^\circ$ . 2. При наклоне равнодействующая всех сил сообщает центростремительное ускорение велосипедисту.
324.  $\approx 4,3$  м.
325.  $\approx 930$  Н. Увеличится в 4 раза; в 9 раз.
326. а) Прямую, проходящую через начало координат; б) параболу; в) гиперболу.
327. 8 см.
328.  $\approx 77$  мм.
329. При угле  $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$ .
330. Нет; нет.
331. Орудие будет зарываться в почву; орудие будет приподниматься.
332. Двумя. Если одной рукой, то лист будет в неустойчивом равновесии.
333. Для поддержания равновесия в соответствии с правилом моментов сил.
334. Конус, так как у него ниже центр тяжести.
335. Повышается центр тяжести системы.
336. Конструкция крана такова, что в любом случае вертикаль, проведенная через центр тяжести, пересечет площадь опоры.
337. Чтобы понизить центр тяжести крана и тем увеличить его устойчивость.
338. Может, если угол, образованный канатами, больше  $120^\circ$ .
339. Равнодействующая сил, действующих на разрезаемый предмет со стороны лезвий ножниц, не равна нулю и направлена от оси ножниц. Если она больше силы трения, то изделие выталкивается.
340. 1. 4 и 6 Н в одном направлении, а 10 Н — в противоположном. 2. Нет; да.
341. Под углом  $56^\circ$  друг к другу симметрично относительно биссектрисы угла, под которым направлены первые две силы.
342. 5,78 кН.
343.  $\approx 50$  Н;  $\approx 87$  Н.
344.  $\approx 170$  Н.
345.  $\approx 14$  кН.
346. 8,5 кН.
347. 800 Н. Противовес уменьшает необходимую силу тяги двигателя.
348. 100 Н;  $\approx 50$  Н. Будут увеличиваться.
349. 125 Н; 75 Н.
350. 43 Н; 61 Н.
351.  $\approx 23$  Н;  $\approx 46$  Н.
352.  $\approx 130$  Н.
353. 8 Н.
354. Сила натяжения троса увеличивается, и он может разорваться; 98 кН.
355. Не более 1,9 м.

356. 30 кН.
357.  $\approx 11$  Н.
358. а) 30 Н; б) 35 Н; в случае а).
359. Опрокидывание, так как оно произойдет при угле наклона стола  $\varphi$ , удовлетворяющему условию  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{D}{H} > 0,5$ , а соскальзывание при  $\operatorname{tg} \varphi = \mu \geq 0,6$ .
360. Силы  $\vec{F}_2$ , так как плечо этой силы больше.
361. Нет, масса левой (по рисунку) части болта больше.
362. Подвесить гирю к одному концу линейки и поместить линейку на точечную опору так, чтобы она была в равновесии. Из уравнения моментов находят массу линейки.
363. Изменится, если стержень согнуть.
364. Правый, так как на него действует большая сила, чем на левый ящик.
365.  $R = 0$ ; пластина будет поворачиваться.
366. Поворачиваться под действием пары сил против часовой стрелки.
367. Уменьшаются плечи сил, приложенных к щепке.
368. 1 Н·м; не изменится; увеличится в 12 раз.
369. 32 см; 20 см; 6,5 Н.
370. 45,5 Н; 32,5 Н.
371. Да.
372. 40 Н.
373.  $\approx 33$  Н.
374.  $\approx 1$  кг.
377. 0,25 см от центра меньшего шара.
378.  $\approx 4600$  км от центра Земли.
379.  $\approx 47$  см.
380.  $\approx 9$  кН;  $\approx 27$  кН.
381.  $\approx 90$  кН;  $\approx 60$  кН.
382. 100 Н; 40 Н.
383. 120 кН; 150 кН.
384. При ударе молотком скорость кирпича в направлении к ладони невелика, так как у кирпича большая масса.
385. 1 кг·м/с.
386.  $5 \cdot 10^5$  г·см/с.
387. 0,3 кг·м/с.
388.  $\approx 2,8$  кг·м/с.
389. 40 Н.
390. 0,01 с.
391.  $\approx 500$  кН.
392. 100 с.
393. 8 Н·с.
394. 600 м/с.
395. Сообщив какому-либо предмету импульс, направленный в сторону от корабля, космонавт получит импульс, направленный к кораблю.
396. а) Да, в сторону, противоположную перемещению человека; б) не сдвинется.
397. При условии, что  
 1)  $Mv_1 > mv_2$ ; 2)  $Mv_1 = mv_2$ ;  
 3)  $Mv_1 < mv_2$ , где  $Mv_1$  — модуль вектора импульса вагона и  $mv_2$  — модуль вектора импульса снаряда.
398.  $\approx 0,1$  м/с.
399. 1 м.
400.  $\approx 1,3$  м/с.

401. 10 000 т.
402. а)  $v/2$ ; б) 0; в)  $0,75v$ .
403.  $\approx 0,94$  м/с.
404. 2 м/с; в сторону, противоположную движению пули.
405. 4 см/с.
406. 20 м/с.
407. 52,6 м/с.
408. 31 м.
409. 12,5 кН.
410. 560 м/с.
411. а)  $A > 0$ ; в остальных случаях  $A = 0$ .
412. Во втором случае работа больше.
413. При отходе от остановки сила тяги больше, чем при равномерном движении, так как трамвай получает ускорение.
414.  $F_{cp}s = \frac{mv^2}{2}$ . Во втором случае путь  $s$ , на котором стакан взаимодействует с препятствием, значительно больше, из-за чего среднее значение силы, с которой препятствие действует на стакан, во много раз меньше.
415.  $A = \frac{mv^2}{2}$ . Чем больше длина ствола, тем большую работу  $A$  совершают пороховые газы и тем с большей скоростью снаряд вылетает из ствола.
416. Тормозной путь от массы не зависит.
417. Одинаковый.
419. 9,8 кДж.
420.  $7,35 \cdot 10^{-4}$  Дж.
421. 50 кДж.
422. 75 Мдж.
423. 350 кДж.
424. 2,1 кДж.
425.  $\approx 9,8$  кДж.
426.  $\approx -4,3$  кДж.
427. 36 Дж; 64 Дж; 100 Дж.
428. 6 Дж.
429.  $\approx 5,6$  кДж.
430.  $\approx 4 \cdot 10^5$  Дж.
431.  $\approx 1,5$  м/с<sup>2</sup>.
432. 9 Дж.
433.  $\approx 108$  Мдж.
434.  $2,7 \cdot 10^5$  Дж.
435. 10 Дж; 40 Дж.
436.  $\approx 3,5$  кДж.
437. 0,2 кДж.
438.  $\approx 2$  Дж.
439. 8,1 кДж; 1,5 м/с.
440. 12 км/с.
441. 16 Н.
442. 1 кН.
443.  $\approx 0,1$  км.
444.  $\approx 0,32$ .
445.  $\approx 96$  Дж.
446.  $\approx 63$  Дж.
447.  $-6,6 \cdot 10^5$  Дж.
448. 30 кДж.
449. 10 г; 800 м/с.
450.  $\approx 16$  м;  $\approx 13$  м и 21 м.
451. 150 Дж.
452. а) 1,5 кДж; б) 2,5 кДж.
453. 0; 15 Дж; -45 Дж.
454. 0,8 м; 2 м; -40 Дж; 100 Дж.
455.  $\approx 2,5$  кДж.
456. 30 см.

- 457.** 450 Дж; 150 Н.
- 458.** 0,2 кН.
- 459.** 1 см.
- 460.** Однаковые.
- 461.** Из-за увеличения длины наклонной плоскости при неизменной высоте получается выигрыш в силе.
- 462.** Наклонной плоскости.
- 463.** Потому что при подъеме шара его место занимает воздух, масса которого больше массы шара.
- 464.** 39 Дж.
- 465.** 1,8 Дж.
- 466.** -0,5 Дж.
- 467.** В 3 раза.
- 468.** Во втором.
- 469.** -5,3 Дж.
- 471.**  $\approx$  60 Дж;  $\approx$  60 Дж.
- 472.** Однаковыми.
- 473.** 28 м/с.
- 474.**  $\approx$  10 м/с.
- 475.**  $\approx$  14 м/с.
- 476.**  $\approx$  8,7 м/с.
- 477.** 2,5 м.
- 478.** В кинетическую. При приближении к Солнцу Земля движется с большей скоростью.
- 480.**  $\approx$  31 м/с.
- 481.** 1 км.
- 482.**  $\approx$  -59 кДж.
- 483.** 0,13 МДж.
- 484.**  $\approx$  2200 Мдж.
- 485.**  $2mgh$ .
- 486.** 80%,
- 487.**  $\approx$  59%.
- 488.** 3,6 кДж; 5,4 кДж; 67%.
- 489.** 73%;  $\approx$  3,7 Дж.
- 490.**  $\approx$  34 МДж;  $\approx$  19 МДж;  $\approx$  56%.
- 491.**  $\approx$  15 Вт.
- 492.** 2,3 ГВт.
- 494.** 2,2 кВт;  $\approx$  300 кДж.
- 495.**  $3,6 \text{ м/с}^2$ .
- 496.**  $\approx$  0,24 МВт.
- 497.**  $\approx 2,2 \cdot 10^4$  кВт.
- 498.**  $\approx$  0,4 МДж.
- 499.** 70 г/с.
- 500.**  $\approx$  18 кВт.
- 501.**  $\approx$  18 МВт.
- 502.** 0,001.
- 503.** С увеличением скорости в 2 раза сила сопротивления увеличится в 4 раза. Поэтому согласно формуле  $N = Fv$  мощность нужно увеличить в 8 раз.
- 504.** За счет потенциальной энергии.
- 505.** Сохранилась в продуктах сгорания.
- 506.** Нет, здесь выигрыша в работе не получается, так как проигрываем в мощности.
- 507.** Нет.
- 508.** Статическое давление воздуха на улице Мира пониженное, вследствие чего создается тяга, направленная перпендикулярно направлению ветра по улице Мира.
- 509.** Под этой чашкой давление воздуха уменьшится и чашка опустится.
- 510.** При увеличении веса самолета нужно увеличить подъемную силу путем увеличения угла атаки, что приво-

дит к увеличению лобового сопротивления воздуха.

511. 0,1 см/с.

512. 20 кН.

513.  $2 \cdot 10^4$  Н;  $10^3$  Н.

514. В точке, соответствующей максимальному смещению от положения равновесия; в точке, соответствующей положению равновесия.

515. I и II отличаются периодом ( $T_2 > T_1$ ); II и III отличаются амплитудой ( $x_{m2} < x_{m3}$ ); I и III отличаются периодом и амплитудой ( $T_1 < T_3$ ;  $x_{m1} < x_{m3}$ ).

516. Если условно рассматривать качели как математический маятник, то: а) нет, так как период от массы не зависит; б) да, так как уменьшится длина маятника (расстояние от центра тяжести до линии подвеса).

517. Надо уменьшить длину нити в 4 раза.

518. 0,15 Н.

519.  $\approx 0,17$  Н;  $\approx 0,99$  Н;  $\approx 0,34$  Н, 0,94 Н; 0,5 Н;  $\approx 0,87$  Н.

520. 2 с, 0,5 Гц; 1,5 с;  $\approx 0,67$  Гц.

521.  $\pi c^{-1}$ ;  $20\pi c^{-1}$ .

524. 1)  $x = 5 \sin(20\pi t)$ ,  $\varphi_0 = 0$ ;

2)  $x = 5 \sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ ,  $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ ;

3)  $x = 5 \sin(20\pi t + \pi)$ ,  $\varphi_0 = \pi$ ;

4)  $x = 5 \sin(20\pi t + 1,5\pi)$ ,  $\varphi_0 = 1,5\pi$ .

525.  $A = 1$  см;  $T = 0,01$  с;  $f = 100$  Гц.

527.  $0,32\pi$ ;  $\pi$ ,  $3\pi$ .

528.  $x_m$ ;  $0,81x_m$ .

529.  $\approx 2,3$  см.

530. 3 м/с;  $\approx 76$  м/с<sup>2</sup>.

531. 4 с;  $3,14 \cdot 10^{-2}$  м/с;  $4,93 \cdot 10^{-2}$  м/с<sup>2</sup>.

532. 0, 6, 12 с, ... ; 9, 15 с, ....

533.  $\approx 630$  см/с, 0;  $-1300$  см/с,  $\approx -1,4 \cdot 10^5$  см/с<sup>2</sup>;  $\approx -1,6 \times 10^5$  см/с, 0.

534.  $\approx 0,63$  с.

535.  $\approx 110$  Н/м.

536.  $\approx 3,2$  Гц.

537.  $\approx 6,3$  см.

538.  $\approx 20$  с; 0,05 Гц.

539. 2,25 раза.

540.  $\approx 2,5$  с.

541.  $\approx 10,2$  м/с<sup>2</sup>.

542.  $(970 \pm 20)$  см/с<sup>2</sup>.

543. Возрастет в 1,2 раза.

544.  $\approx 3 \cdot 10^{-2}$  Н.

545.  $2 \cdot 10^{-4}$  Дж во всех трех случаях.

546. 0,8 Дж.

547. 0,049 Дж; 0,049 Дж.

548.  $v = \sqrt{2gl}$ .

549. 350 Гц.

550.  $\approx 0,065$  с.

551. Наблюдается резонанс колебаний автобуса и колебаний стекла.

552.  $\frac{72}{n}$  км/ч, где  $n = 1$ ,

2, 3 ... .

553. 270 об/мин.
554. а)  $\approx 1,7$  с; б)  $\approx 2,6$  с.
555.  $\approx 30$  м/с<sup>2</sup>.
556.  $43^\circ$ .
557. На 8 см (приблизительно).
558. На 16 с (приблизительно).
559. У обеих чашек весов одинаковы частота и амплитуда. Фазы противоположны. В положении равновесия кинетическая энергия максимальна, а потенциальная минимальна, так как опускается общий центр тяжести системы.
560. Надо отвести шарик так, чтобы он оказался поднятым на высоту 0,2 м.
561. Длина маятника  $\approx 1$  м. Маятник в часах — не математический, а физический.
563. Круглой.
564. На струне — поперечные; в воздухе — продольные.
565. Да, так как звук распространяется по корпусу самолета и внутри него по воздуху.
566. Преобразуется во внутреннюю энергию среды.
567. Волны от двух ветвей камертона интерферируют на погашение.
568. От стекла происходит отражение звука.
569. При помощи рук создают рупор, обеспечивающий направленное распространение звука.
570. Длинные волны дифрагируют сильнее, чем короткие.
571. Размеры колонны сравнимы с длиной звуковых волн, поэтому онигибают колонну; играет роль и отражение звука от стен и потолка. Световые волны негибают колонну.
572. В комнате — громче, так как сила звука поддерживается отраженными от стен волнами; на открытом воздухе волна без отражения уходит в окружающее пространство.
573. Во втором случае звук ослаблен, потому что волна частично отражается на границе вода — воздух.
574.  $\varphi_A = 360^\circ$ ;  $\varphi_B = 270^\circ$ ;  $\varphi_C = 180^\circ$ ;  $\varphi_D = 90^\circ$ ;  $\varphi_E = 0^\circ$ .
575. 2 с; 0,5 Гц; 100 м.
577.  $\approx 22,2$  м/с.
578. 3,2 с.
579. 2,9 м/с.
580.  $\approx 2$  км.
581. 25 с;  $\approx 1,5$  с.
582. 200 м.
583.  $\approx 6$  м/с.
584.  $\approx 130$  м;  $\approx 26$  м/с.
585.  $\approx 160$  м.
586. 3,4 км/с.
587. Орудие находится на расстоянии 1 км от первого наблюдателя и 1,5 км от второго. Его расположение находится на карте построением при помощи циркуля и линейки.
588.  $\approx 0,75$  м;  $\approx 3,2$  м.
589.  $\approx (88—1000)$  Гц.
590. 0,992 м.

591. π.  
 592. 0,02 с;  $\approx 0,00793$  с;  
 $\approx 0,00227$  с.  
 593. 200 Гц; 0,005 с.  
 594.  $\approx 0,7$  км.  
 595. 50 м/с.  
 596. а) Интерференционный максимум; б) минимум.  
 598. При одинаковых фазах колебаний — максимум, при противоположных — минимум.  
 599. На расстоянии  $\approx 38$  см.  
 600. Спустя  $\approx 1$  с. Отраженный и основной звуки накладываются друг на друга.  
 601. 55 км.  
 602. 15 см; 45 см.  
 603. 348 Гц.  
 605. а, в, г (неупругое), д (неупругая), е, ж.  
 606. Происходит в случаях а, б, в, д.  
 607. На явлении диффузии.  
 608. а) Уменьшение скорости молекул; б) перемешивание молекул газов; в) превращение колебательно-поступательного движения молекул в колебательное; г) увеличении среднего межатомного расстояния в направлении растяжения; д) разрушении кристаллической решетки и перемешивании ионов натрия и хлора молекулами воды.  
 609. Объем твердого тела.  
 610. За счет молекулярного давления воздуха.  
 612. Нет. У поголка, у батарей воздух теплее, у наружной стены воздух холодный и т. д.  
 613. Система оказывается в тепловом равновесии.  
 615.  $10^{-9}$  м.  
 616. 900 моль.  
 617.  $\approx 14,4$  кг.  
 618.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-27}$  кг;  $\approx 5,3 \cdot 10^{-26}$  кг;  
 $\approx 8 \cdot 10^{-26}$  кг;  $\approx 7,3 \cdot 10^{-26}$  кг;  
 $\approx 2,7 \cdot 10^{-26}$  кг.  
 619.  $\approx 6 \cdot 10^{25}$ ;  $\approx 1,2 \cdot 10^{25}$ .  
 620.  $\approx 3,3 \cdot 10^{12}$ .  
 621.  $\approx 3 \cdot 10^{26}$ ;  $\approx 1,9 \cdot 10^{25}$ .  
 622.  $\approx 1,34 \cdot 10^{22}$ .  
 624. В воде, как менее вязкой среде.  
 625. Давление на стенки оболочки одинаково. Равнодействующая же неодинаковых сил давления на четыре стенки после векторного сложения равна нулю.  
 626. Не будет, так как система «сосуд, лед, вода» в тепловом равновесии.  
 627. Термометр покажет свою собственную температуру; при освещении солнцем высокую, а в тени — очень низкую.  
 628.  $5^\circ$ ;  $0,5^\circ$ ;  $0,1^\circ$  С.  
 630. На больших высотах, где воздух сильно разрежен.  
 631. Мала концентрация молекул.  
 632. а) Повышение температуры и давления газа; б) увеличение плотности и давления газа.  
 633. Нет. Часть воздуха уходит через щели наружу, и давление остается постоянным.

Поэтому  $U = N \frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2} pV =$   
= const.

634. 1.  $7,25 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2$ ; 2.  $\langle v \rangle =$   
 $= 250 \text{ м/с}; \langle v_{\text{кв}} \rangle = 269 \text{ м/с.}$

635.  $\approx 2,8 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с};$   
 $\approx 5,6 \cdot 10^{-23} \text{ Н} \cdot \text{с.}$

636.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-23} \text{ Н} \cdot \text{с.}$

637.  $\approx 5,6 \cdot 10^{21} \text{ Дж}; 1,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$   
(при решении использовать  
число Лошмидта).

638. Энергии одинаковы.

639.  $\approx 7,7 \cdot 10^4 \text{ Па.}$

640.  $\approx 4,1 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}.$

641.  $5 \cdot 10^5 \text{ Па.}$

642.  $\approx 0,53 \text{ м}^3.$

643. Да.

644.  $\approx 5 \cdot 10^{-9} \text{ Па.}$

645.  $\approx 2,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}.$

646.  $\approx 2,69 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}.$

647.  $\approx 3 \cdot 10^{21}.$

648.  $\approx 480 \text{ м/с}; 48^\circ\text{C}.$

649.  $\approx 25 \text{ м/с}; \approx 6,1 \text{ км/с.}$

650.  $\approx 436 \text{ м/с.}$

651. При 576 К.

652.  $\approx 440 \text{ м/с.}$

653.  $\approx 2,48 \cdot 10^{-20} \text{ Дж.}$

654.  $\approx 7700 \text{ К.}$

655.  $\approx 2,64 \cdot 10^{-20} \text{ Дж.}$

656.  $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$

657.  $\approx 520 \text{ м/с.}$

658.  $\approx 4,2 \text{ мм.}$

659.  $\approx 1,9 \cdot 10^5 \text{ Па.}$

660.  $\approx 820^\circ\text{C.}$

661.  $\approx 1 \text{ л.}$

662.  $\approx 0,13 \text{ л.}$

663.  $V_2 > V_1.$

664.  $p_2 > p_1.$

665.  $\approx 3,1 \text{ м}^3.$

666.  $\approx 0,2 \text{ кг.}$

667.  $\approx 2,1 \text{ МПа.}$

668.  $\approx 77^\circ\text{C.}$

669.  $\approx 48^\circ\text{C.}$

670.  $\approx 1,1 \text{ кН.}$

671. 0,2 кг.

672. Наружный воздух через  
щели проникает в помещение;  
увеличение массы  $\approx 1,7 \text{ кг.}$

673.  $\approx 8,8 \cdot 10^4 \text{ Па.}$

674.  $\approx 8,2 \text{ кг.}$

675.  $\approx 1 \text{ кг/м}^3.$

676.  $\approx 3,8 \text{ кг/м}^3.$

677.  $\approx 1,37 \cdot 10^5 \text{ Па.}$

678.  $\approx -140^\circ\text{C.}$

679. 29 кг/моль.

680.  $\approx 10^7 \text{ Па.}$

681.  $\approx 1,6 \text{ кг/м}^3.$

684.  $T_2 > T_1.$

685.  $p_2 > p_1.$

686.  $V_1 > V_2.$

689. Закон Бойля — Мариотта  
здесь не применим, так как  
масса газа увеличивается.

690. К потолку; к полу; к по-  
толку.

691. 5,2 л.

692.  $4 \cdot 10^5 \text{ Па.}$

693. Увеличится в 1,5 раза.

694.  $\approx 5,3 \cdot 10^4 \text{ Па.}$

695.  $\approx 1667 \text{ см}^3.$

696. 7,2 с.

697.  $\approx 10^5$  Па.
698.  $\approx 10$  м.
699. 1/2; 2/3; 3/4; 4/5.
700. а) 200 мм<sup>3</sup>; б) 300 мм<sup>3</sup>.
701. 10<sup>6</sup> Па.
702.  $7 \cdot 10^7$  Па.
703.  $\approx 110$  мг.
704.  $\approx 1$  см.
705. 2. Нет.
706. Ночью с понижением температуры воздух в почве уменьшается в объеме, частично уступая место атмосферному воздуху, и т. д.
707.  $\approx 8,5$  л.
708. Приблизительно в 3 раза.
709. Увеличивается в  $\approx 1,2$  раза.
710. 75 г.
711. До 313 °С.
712.  $1,4 \cdot 10^5$  Па.
713.  $3 \cdot 10^5$  Па.
715. После выезда из гаража в зависимости от температуры наружного воздуха давление в камерах изменяется. Поэтому в гараже заранее компенсируют ожидаемое уменьшение давления.
716.  $\approx 1,7 \cdot 10^5$  Па.
717. Приблизительно в 2 раза.
718.  $\approx 1,5 \cdot 10^7$  Па.
719. 546 К.
720. -24 °С.
722. Испарение и конденсация воды.
723. Скорость вылетающих молекул уменьшается, так как расходуется энергия на преодоление сил притяжения и жидкости.
724. Испарение происходит за счет ухода из жидкости более быстрых молекул. С их уходом средняя скорость оставшихся молекул и, следовательно, температура жидкости уменьшается. После этого начинается теплообмен жидкости с окружающей средой.
726. Водяной пар.
727. Нужно наклонить трубку в сторону, и если уровни воды будут на одной горизонтали, то воздуха нет (часть насыщенного пара в одном колене конденсируется, а в другом — часть воды испаряется, но давление в обоих коленах остается одинаковым).
728. 1. Нет. 2. 17,3 г. 3. 2,7 г.
729. Нет.
730. Пространство капилляра над ртутью заполняют азотом, от чего температура кипения ртути повышается.
731. Манометр показывает избыточное давление.
732. 2000 Па; перегретым.
733. Ненасыщенный; перенасыщающим.
734. Приблизительно в 12 раз.
735.  $\approx 12$  г/м<sup>3</sup>.
736.  $\approx 760$  Па.
737. Необходимая для сжатия сила в первом случае увеличивается, во втором — остается постоянной, а в третьем

сначала увеличивается, а затем остается постоянной.

738. Влажного, так как плотность водяного пара меньше плотности воздуха.

739.  $16 \text{ г}/\text{м}^3$ .

740.  $30 \text{ г}/\text{м}^3$ .

741.  $7 \text{ г}/\text{м}^3$ ;  $\approx 52\%$ .

742.  $\approx 18 \text{ г}/\text{м}^3$ .

743. На 8 К.

744. При  $24^\circ\text{C}$ .

745. Да; нет.

746. Нет; да.

747. 16 000 т; 32 мм.

748. Да.

749. При адиабатическом расширении газа понижается температура, что вызывает местное насыщение воздуха водяным паром, его конденсацию или даже замерзание влаги.

750. На большой высоте — перенасыщающий пар. Самолет вносит центры конденсации; пар конденсируется, образуя след за самолетом.

751. С повышением температуры.

752. На улице и в помещении пары близки к насыщению, однако давление паров в помещении больше (температура выше). Поэтому пар из помещения будет выходить наружу и воздух в помещении станет сухим.

754. Из-за действия сил поверхностного натяжения.

755. Уменьшаться будет малый, так как в нем кривизна поверхности и, следовательно, избыточное давление больше, чем в большом пузыре.

756. Ртуть примет форму шара; вода будет прилегать к стенкам колбы, образуя внутри колбы полость шаровой формы.

757. За счет внутренней энергии жидкости.

758. Удерживают силы поверхностного натяжения.

760.  $4,8 \cdot 10^{-5}$  Дж.

761. В сторону чистой воды; под действием силы  $\approx 2,6 \cdot 10^{-3}$  Н.

762.  $\approx 0,11$  Н.

763.  $\approx 11 \cdot 10^{-2}$  Н.

764.  $\approx 3,6 \cdot 10^{-3}$  Дж.

765. Приблизительно на 32 Па.

766. В случаях а) — в) высота подъема воды увеличится, а в случае г) — уменьшится.

767.  $\approx 80 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

768.  $\approx 30$  м.

769.  $\approx 29$  мм.

770.  $\approx 4,9$  см;  $\approx 22$  см.

771.  $\approx 30$  см; нет.

772.  $\approx 7$  см;  $\approx 0,7$  см.

773.  $\approx 760 + 8$  мм (поправка на капиллярность трубки).

774. Кристалл будет растворяться; ничего не произойдет; кристалл будет расти.

775. Вследствие анизотропии теплового расширения куб из кварца изменит свою форму.

776. Вследствие анизотропии роста.

777. Когда в холодной, так как скорость охлаждения будет больше, а время роста кристаллов — меньше.
778. Стекло — аморфное тело и не имеет определенной точки плавления.
779. При сдвиге расстояние между частицами 1 и 3 увеличивается и в их взаимодействии преобладает сила притяжения; расстояние же между частицами 2 и 4 уменьшится и в их взаимодействии преобладает сила отталкивания. Совместное действие этих сил возвратит ячейку к первоначальной форме.
780. Превратилась в потенциальную энергию проволоки; преобразовалась во внутреннюю энергию проволоки.
781. При кладке, показанной на рисунке 102, а.
782. Способ, показанный на рисунке 103, б (показания динамометров суммируются). При способе, приведенном на рисунке 103, а, показания динамометров одинаковы (указатели выйдут за пределы шкалы).
783. Вследствие остаточной деформации.
784. Вследствие преобразования механической энергии во внутреннюю.
785.  $\approx 8,1$  МПа.
786. 2,7 мм;  $5 \cdot 10^{-4}$ .
787. 1 м.
788.  $\Delta l_1 : \Delta l_2 = 1 : 0,25$ ;  $\varepsilon_1 : \varepsilon_2 = l : 0,5$ .
789.  $\varepsilon_{\text{ст}} : \varepsilon_{\text{пл}} = 0,33$ . Тела с меньшим значением  $E$ .
790.  $2 \cdot 10^9$  Па.
791.  $5 \cdot 10^7$  Па;  $\approx 1,25$  мм;  $2,5 \cdot 10^{-4}$ .
792.  $\approx 23$  мм.
793. 5 мм.
794.  $2,5 \text{ mm}^2$ .
795. Согласно таблице 4: упругая деформация; пластичная деформация; пластичная деформация; разрыв.
796. Разрыв; пластичная деформация; упругая деформация.
797.  $\approx 67$ .
798.  $\approx 50$  кН.
799.  $\approx 6$ .
800.  $0,54 \text{ cm}^2$ ;  $\approx 1 \text{ cm}^2$ .
801.  $0,00001 \text{ K}^{-1}$ .
802. Увеличится на  $\approx 14$  м.
803. 1,2 км.
804.  $\approx 20,4 \text{ dm}^2$ .
805.  $-120^\circ\text{C}$ .
806.  $\approx 25$  Н.
807.  $\approx 1,3$  МН.
808.  $\approx 29^\circ\text{C}$ .
809.  $\approx 3^\circ\text{C}$ .
810.  $\approx -50^\circ\text{C}$ .
811. Приблизительно на  $13 \text{ cm}^3$ .
812.  $1018 \text{ cm}^3$ .
813. Увеличился на  $\approx 17 \text{ cm}^3$ .
814.  $10112 \text{ cm}^3$ ;  $\approx 9888 \text{ cm}^3$ .
815.  $\approx 35^\circ\text{C}$ . Диаметр основания цистерны при решении задачи не используется.

816.  $\approx 12,9 \text{ г}/\text{см}^3$ .

817.  $\approx 0,799 \text{ г}/\text{см}^3$ .

818.  $\approx 3,6 \text{ МДж}$ . Длина рельса при решении не используется.

819.  $\approx 86^\circ\text{C}$ ;  $\approx 1204 \text{ см}^3$ .

820.  $0; 8 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}; 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ .

821. Чувствительность спиртового больше в 6 раз, так как коэффициент расширения спирта в 6 раз больше, чем ртути.

822. С большим.

823. Термометр не будет показывать изменение температуры.

824. Между изменениями температуры и высотой столбика воды не было бы линейной зависимости (аномалия теплового расширения воды при температуре от 0 до  $4^\circ\text{C}$ ).

825. Нагретый воздух совершит работу.

826. В случае а и г — нет; в остальных случаях — да.

827. В случае г — нет; в остальных случаях — да.

828. 3 кДж в обоих случаях.

829. 0,2 кДж.

830. 18 кДж.

831.  $\approx 5,4 \text{ МДж}$ .

832.  $\approx 770 \text{ Дж}$ .

833.  $\approx 2,4 \text{ кДж}$ .

834. В первом случае — совершение работы, во втором — теплопередача.

835. Правильно только в первом случае (при нагревании в пламени спиртовки).

836. Бутылка с водой, так как ее теплоемкость больше.

837. Потому что удельная теплоемкость водорода в 14 раз больше удельной теплоемкости воздуха.

838. Можно, при агрегатных переходах, а также, когда тепло совершает работу, равную подведенному количеству теплоты.

839.  $13 \text{ Дж}/\text{К}; \approx 26,9 \text{ Дж}/(\text{моль} \times \text{K})$ ;  $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ .

840.  $\approx 67^\circ\text{C}$ .

841.  $30^\circ\text{C}$ .

842. 16 л.

843.  $\approx 60 \text{ кДж}$ .

844.  $\approx 0,17 \text{ кг}$ .

845.  $\approx 52 \text{ кДж}$ .

846.  $\approx 260 \text{ км}$ .

847. Вода.

848.  $\approx 1 \text{ см}$ .

849.  $\approx 34 \text{ км}$ .

850.  $\approx 16^\circ\text{C}$ .

851.  $\approx 810 \text{ м}/\text{s}$ .

852.  $\approx 1 \text{ м}$ .

853. 12%.

854.  $\approx 25 \text{ мин}$ .

855.  $\approx 2 \text{ км}/\text{s}$ .

856. При адиабатических процессах.

857. При адиабатическом сжатии повышается температура горючей смеси, что способствует испарению бензина.

858. При адиабатическом, так как в этом случае давление растет вследствие уменьшения объема и повышения температуры, а при изотермиче-

ском — только вследствие уменьшения объема.

863. Адиабата.

864. Вследствие адиабатического расширения.

866. Воздух, выходя из камеры, адиабатически расширяется и охлаждается, что и отмечает термометр.

867. а)  $A = 0$ ,  $Q = 0$ ,  $\Delta U = 0$ ;  
б)  $A = 0$ ,  $\Delta U = Q$ ; в)  $Q = 0$ ,  $\Delta U = A$ .

868. Реальный газ охладится. Идеальный — нет (так как его молекулы не обладают потенциальной энергией).

869. 60 МДж.

870. На 200 МДж; охладился.

871. 6000 Дж.

872. Уменьшилась на 33 кДж; охладился.

873. Увеличилась на 2 МДж; нагрелся.

874. На участках 3—4 и 2—3 газ выделяет некоторое количество теплоты, а на участках 1—2 и 4—1 теплота поглощается газом.

875. Нет.

876. Воздух сильно адиабатически сжимается и при этом нагревается; поступающее в горячий воздух топливо воспламеняется.

877. Из двух изобар и двух изохор. Во время процессов 1—2 и 2—3 — с нагревателем; а во время процессов 3—4 и 4—1 — с холодильником.

878.  $\approx 11\%$ .

879. 45,2 %.

880. Можно,  $\approx 13\%$ .

881.  $\approx 3,1 \cdot 10^4$  кДж.

882. 27 кДж.

883. 35%; 52 °С.

884. 25%.

885.  $\approx 40\%$ .

886.  $\approx 22$  л/ч.

892. В устойчивом, но только при ограничении возможной траектории его движения отрезком прямой, соединяющей заряды.

893. 10 нКл; на  $\approx 5,8 \cdot 10^{-20}$  кг.

894.  $-0,5q$ ; да.

895.  $\approx 6 \cdot 10^{-9}$  Н.

896.  $\approx 2,9 \cdot 10^{-9}$  Н.

897. 6 кН.

898.  $2 \cdot 10^{-9}$  Кл;  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл.

899.  $\approx 4,7$  см.

900.  $9 \cdot 10^{-5}$  Н;  $14 \cdot 10^{-5}$  Н.

901.  $5,5 \cdot 10^{-9}$  Кл;  $-1,1 \cdot 10^{-9}$  Кл.

902. На расстоянии 4 см от заряда  $q_1$ , на прямой, соединяющей заряды  $q_1$  и  $q_2$ .

903. Будут сближаться.

904.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-4}$  Н.

905.  $\approx -9,6 \cdot 10^{-7}$  Кл.

906.  $10^{-3}$  Н;  $\approx 2,9 \cdot 10^{-4}$  Н

907.  $\approx 7,4 \cdot 10^{-3}$  Н.

908.  $1,8 \cdot 10^{-9}$  Кл.

909.  $\approx 1,6$  г.

910.  $r_2 = r_1 : \sqrt{\varepsilon}$ .

912. 800 Н/Кл.

913.  $10^{-4}$  Н.

914.  $E_1 : E_2 \approx 1 : (5,8 \cdot 10^4)$ .

915.  $\approx 4,2 \cdot 10^{-8}$  Кл.  
 916.  $\approx 55$  см.  
 917.  $6 \cdot 10^4$  Н/Кл;  $\approx 6,7 \cdot 10^{-8}$  Кл.  
 918. 0.  
 919.  $\approx 1,4 \cdot 10^7$  Н/Кл.  
 920.  $\approx 540$  Н/Кл.  
 921. 2 см.  
 922.  $\approx 3 \cdot 10^5$  Н/Кл.  
 923. В точке *B* (гуще линии напряженности).  
 924. Потому, что в поле гильзы кисть руки электризуется по индукции.  
 926. Помещаются в металлические клетки.  
 927. Нет, на электроскопе останется индуцированный заряженным телом заряд противоположного знака.  
 929. Ввести шарик в стакан и коснуться им внутренней стенки.  
 930. Заряд молниепровода, наведенный по индукции заряженной тучей, стекает с острия и разряжает тучу, из-за чего грозовой разряд становится менее вероятным.  
 931. Причиной является поляризация стекла в электрическом поле стержня.  
 932. Нет, каждая половина диэлектрика останется поляризованной и несет заряды обоих знаков.  
 933.  $2,5 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>.  
 934.  $5 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>.  
 935. 81 Н/Кл; 20 Н/Кл; 0.  
 936.  $4,5 \cdot 10^3$  Н/Кл.  
 937.  $4 \cdot 10^5$  Кл.  
 938.  $\approx 1,1 \cdot 10^7$  Н/Кл;  $4,3 \times 10^8$  Н/Кл.  
 939. Работы одинаковы, так как не зависят от формы пути, по которому перемещаются заряды.  
 940. Работа на участках *AB* и *CD* равна нулю, на участке *BC* она положительная, а на участке *DA* — отрицательная. Вся работа равна нулю.  
 941.  $\approx 2 \cdot 10^{-3}$  Дж.  
 942. 0,4 кВ.  
 943.  $8 \cdot 10^{-5}$  Дж.  
 944.  $2,6 \cdot 10^{-5}$  Дж.  
 945. 60 В.  
 946.  $1,6 \cdot 10^{-13}$  Дж = 1 МэВ.  
 947. 8e.  
 948. 0,18 кВ.  
 949.  $\approx 2,3 \cdot 10^{-5}$  Дж.  
 950. 1,5 кВ.  
 951. 0,45 кВ.  
 952. В точке, удаленной на 26,7 см от первого заряда.  
 953. Работа во всех четырех случаях равна нулю.  
 954. Работы одинаковы.  
 955. 0; +50 В; +25 В.  
 956.  $\approx 1,8 \cdot 10^7$  м/с.  
 957. Увеличится на 600 В.  
 959. 1 Н.  
 960.  $\approx 200$  кВ.  
 961. 50 см.  
 962.  $9,8 \cdot 10^{-16}$  Кл.  
 963.  $\approx 0,2 \cdot 10^{-18}$  Кл.  
 965.  $10^{-11} \Phi = 10^{-5} \text{мкФ} = 10 \text{ пФ}$

966.  $\approx 11$  пФ;  $\approx 890$  пФ.  
967.  $\approx 700$  мкФ.  
969.  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Кл;  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Кл.  
970.  $10^{-1}$  Кл;  $2 \cdot 10^{-4}$  Кл.  
971. 0,5 мкФ.  
972. 110 В.  
973.  $\approx 400$  пФ.  
974. Уменьшилась в 6 раз.  
975.  $\approx 0,1$  мм.  
976.  $\approx 5$  см.  
977. 1 кВ.  
978. 6 мкФ;  $\approx 1,3$  мкФ.  
979. 39 мкФ;  $\approx 1,7$  мкФ.  
980. 7,5 мкФ.  
981. 6 мкФ.  
982.  $C_2 = 3$  мкФ.  
983.  $\approx 10^2$  пФ.  
984. 484 мДж.  
985. 0,8 Дж.  
986. 7,5 мДж.  
987. 72 Дж.  
988.  $\approx 2 \cdot 10^4$  кВт.  
989. а)  $\approx 0,009$  Дж. б) Котангентом угла наклона графика к оси абсцисс. в) Угол наклона графика к оси абсцисс уменьшится.  
990. а) Разрядится только в последнем случае. б) Потому, что и в обесточенной цепи могут быть заряженные конденсаторы.  
992. Напряжение не изменится. Напряженность и заряд увеличатся в 2 раза.  
993. Напряжение уменьшится в 2 раза. Заряд и напряженность поля не изменятся.  
994. Электроемкость конденсатора увеличится, так как введение третьей пластины, в которой поле отсутствует, равносильно уменьшению расстояния между пластинами конденсатора.  
995. Мала толщина диэлектрика, которым является оксидная пленка.  
996. Зависимость электроемкости конденсатора: а) от рода диэлектрика; б) от рабочей площади пластины; в) от расстояния между пластинами.  
998. Энергия конденсатора уменьшается. Энергия аккумулятора увеличивается как за счет уменьшения энергии конденсатора, так и за счет энергии, израсходованной при раздвигании пластин конденсатора.  
999. Увеличилась вдвое.  
1000. Так как поле распространяется со скоростью света, то при замыкании под действием почти мгновенно возникшего электрического поля начинается дрейф электронов и лампа загорается.  
1001. Уменьшилось в 4 раза.  
1002. 30 Кл.  
1003. 100 с.  
1004, 1005, 1006. Применить формулу  $U = El$ .  
1008.  $1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом · м.  
1009.  $\approx 17$  Ом;  $\approx 20$  м.  
1010.  $\approx 2,3$  мм<sup>2</sup>;  $\approx 8,5$  м.  
1011. Оба вольтметра соединить последовательно и подключить к источнику напряжения.

жения. Неизвестное сопротивление находят из уравнения  $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$ .

**1012.** Оба амперметра соединяют параллельно и включают в цепь. Неизвестное сопротивление находят из уравнения  $I_1 : I_2 = R_2 : R_1$ .

**1013.** Надо подключить добавочное сопротивление 40 кОм.

**1014.** Нужен шунт сопротивлением 0,01 Ом.

**1015.**  $\approx 10$  мА.

**1016.**  $I_1 = 4$  А;  $I_2 = 2$  А;  $I_3 = 6$  А;  $I_4 = 3,6$  А;  $I_5 = 1,8$  А;  $I_6 = 0,6$  А.

**1017.** 50 В.

**1018.** 10 А; 7,5 А; 2,5 А;  $\approx 2,7$  А;  $\approx 5,3$  А; 2 А; 5,5 А; 15,5 А; 110 В.

**1020.** 2. При  $R = \infty$  (внешняя цепь разомкнута) и  $R = 0$  (короткое замыкание).

**1021.** 2 В.

**1022.** 600 Дж.

**1023.** 3 А; 1,5 А, 1 А, 0,6 А.

**1024.** 1 Ом.

**1025.**  $\approx 3,3$  В.

**1026.** 0,5 А;  $\approx 5,8$  В; 0,25 В.

**1027.** 1,2 А.

**1028.** 4 Ом, 6 Ом.

**1029.**  $\approx 1,7$  В.

**1030.**  $\approx 11$  м.

**1031.** 1,1 В; 1 Ом.

**1032.** 5,5 А.

**1033.** 3 В; 1 Ом.

**1034.** 4 В.

**1035.** 0,2 Ом.

**1036.** 11,5 В.

**1037.** 0,5 Ом.

**1038.** 80 В;  $\approx 77$  В;  $1,8 \cdot 10^5$  Кл.

**1039.** 7,5 В; 1,5 Ом.

**1040.** 3,6 В; 1,8 А; 0,45 А.

**1041.** 0,225 А; 0,075 А.

**1042.**  $\approx 0,13$  А.

**1043.** 3 В.

**1044.**  $r_1 = 3$  Ом;  $r_2 = 4,5$  Ом.

**1045.** 12 Ом; 6 Ом.

**1046.**  $\approx 22,3$  В;  $\approx 9,6$  В;  $\approx 6,4$  В.

**1047.** 2,4 В; 1 Ом.

**1048.** Нельзя, так как в аккумуляторе происходят и некоторые необратимые процессы, в частности, нагревание электролита.

**1049.** В реостате непроизводительно выделяется некоторая энергия.

**1050.** В нижнем (по схеме) резисторе на 2 Ом.

**1051.** а) 1,2 Дж, 20 мВт; б) 30 кДж, 0,5 кВт; в) 6 кДж, 0,1 кВт.

**1052.** а)  $\approx 90$  Дж,  $\approx 210$  Дж; б) 1 кДж,  $\approx 0,44$  кДж.

**1053.**  $\approx 1,8$  А;  $\approx 2$  А;  $\approx 4,8$  А.

**1054.** 0,5 А или 1,5 А при  $R_1 = 3$  Ом или  $R_2 = 0,33$  Ом.

**1055.** 6 Ом.

**1056.** 1 А; 8 Вт.

**1057.** 14 с.

**1058.** 12 мин. Расход электроэнергии будет одинаковым, так как производилась одинаковая работа (доведение воды до кипения), но мощность будет различной.

**1061.** а) В противоположные стороны; б) в одну и ту же сторону.

1062. а) Отталкиваются; б) и в) притягиваются.

1063. Отталкиваются.

1064. Взаимодействие токов одного направления.

1065. Справа налево; справа — северный, слева — южный.

1066. Слева направо; слева — северный, справа — южный.

1068. 1. По часовой стрелке.  
2. От читателя.

1070. Слева — S, справа — N.

1071. На северный полюс — в направлении касательной к линии индукции по часовой стрелке; на южный — против часовой стрелки.

1072. Перпендикулярно к плоскости чертежа: а) от читателя; б) к читателю; в) вертикально вниз; г) вертикально вверх.

1073. Вследствие взаимодействия сильных токов в витках обмоток.

1074. Магнитное поле корабля компенсируется магнитным полем тока, и взрыватель мины не срабатывает.

1075. Потому, что при этом меняется направление тока не только в обмотке якоря, но и в обмотке индуктора (обе обмотки соединены параллельно).

1076. 0,2 Тл.

1077. 0; 9 Н.

1078.  $\approx 3,1$  Н;  $\approx 1,6$  Н.

1079.  $30^\circ$ .

1080. 2,5 А.

1081. 0,25 Тл.

1082. а) нет; б) нет; в) нет.

1083. Влево.

1084. В направлении от читателя.

1085. а) Перпендикулярно линиям индукции; б) параллельно линиям индукции; в) наклонно к линиям индукции.

1086. В проволоках суммарные заряды электронов и положительных ионов одинаковы и электростатические силы отсутствуют; провода притягиваются лишь под действием магнитных сил. В случае двух электронных пучков одноименные заряды вызывают кулоновское отталкивание; магнитные же силы притяжения меньше электростатических сил отталкивания.

1087.  $4,8 \cdot 10^{-14}$  Н.

1088.  $8 \cdot 10^{-15}$  Н;  $10^{-2}$  м.

1089.  $\approx 12$  мм. Нет, так как сила Лоренца работы не совершает.

$$1090. p = BeR; v = \frac{2U}{BR}; m = \frac{B^2 e R^2}{2U}.$$

$$1091. R_e : R_p \approx m_e : m_p = 1 : 1840.$$

$$1092. R_e : R_p \approx \sqrt{m_e} : \sqrt{m_p} \approx 1 : 43.$$

1093. Против часовой стрелки, если смотреть на катушку сверху.

1094.  $\approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

1095.  $\approx 1,7 \cdot 10^7$  м/с.

- 1096.** 0,5 м/с.
- 1097.** 20.
- 1098.** 1,6 Тл; 1,8 Тл.
- 1099.** Иголка намагнитится в магнитном поле компасной стрелки (взаимно притянутая). После нагревания до точки Кюри иголка размагнитится и стрелка не будет к ней притягиваться.
- 1100.** Только стальной корпус — магнитная защита.
- 1101.** Пленка намагнитится.
- 1102.** На показаниях приборов оказывается взаимовлияние их магнитных полей.
- 1103.** Для постоянных магнитов необходима большая коэрцитивная сила, а для электромагнитов — возможно меньший остаточный магнетизм.
- 1104.** С малой, чтобы машина меньше нагревалась при перемагничивании.
- 1105.**  $8,4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$ .
- 1106.**  $4 \cdot 10^{-18} \text{ Н}$ .
- 1107.**  $\approx 74 \text{ А}; 37 \text{ А/мм}^2$ .
- 1108.**  $q = I\varepsilon_0(\rho_1 - \rho_2)$ ,  $\sigma = I\varepsilon_0(\rho_1 - \rho_2)/S$ .
- 1109.**  $\approx 18 \text{ А}$ .
- 1110.** 0,01 мм/с.
- 1111.**  $\approx 0,01 \text{ см/с}$ .
- 1112.** 55 Ом; 440 Ом.
- 1113.**  $\approx 0,0041 \text{ К}^{-1}$ .
- 1114.**  $\approx 7,7 \text{ Ом}$ .
- 1115.**  $\approx 1900 \text{ }^{\circ}\text{С}$ .
- 1116.**  $\approx 20 \text{ м}$ .
- 1117.**  $\approx 390 \text{ В/м}$ .
- 1118.** Явление связано со сверхпроводимостью металлического резистора.
- 1119.** Увеличивается концентрация свободных носителей заряда.
- 1120.** Нет, с понижением температуры сопротивление кремния увеличивается.
- 1121.** а) Электронным, так как валентность примеси больше, чем валентность германия; б) дырочным, так как валентность примеси меньше валентности германия.
- 1122.** При введении фосфора — проводимость *n*-типа (фосфор пятивалентен); в остальных случаях — проводимость *p*-типа.
- 1123.** Нет, так как олово четырехвалентно.
- 1124.** Подвижность электронов больше подвижности дырок.
- 1125.** 1. Правая часть в пропускном, а левая часть в запирающем направлении. 2. Вследствие большого различия в числовых значениях силы тока и напряжения.
- 1126.** В металлах велика концентрация электронов проводимости, и небольшое количество дополнительных электронов, полученных за счет фотoeffекта, практически не влияет на электропроводимость металлов.
- 1127.** На 25%.

- 1128.**  $\approx 2,3 \cdot 10^{-7}\%$ .  
**1129.**  $\approx 10^{13} \text{ см}^{-3}$ .  
**1130.** Проводимостью *n*-типа;  
 $\approx 1,1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ .  
**1131.**  $\approx 9,6 \cdot 10^{-5}\%$ .  
**1132.** (0—10) мА; 100 °С;  
 $\approx 70$  °С;  $\approx 30$  °С.  
**1133.** Сопротивление затененного фоторезистора больше. Закон Ома можно применять с известным приближением при малых токах.  
**1134.**  $\approx 0,4 \text{ м}^2$ .  
**1135.** Вследствие термоэлектронной эмиссии. Положительный.  
**1137.**  $\approx 3,1 \cdot 10^{17}$ .  
**1138.**  $\approx 5,9 \cdot 10^3 \text{ км/с.}$   
**1139.** Сила тока одинакова.  
**1140.**  $\approx 30$  мА; 40 мА и  $\approx 68$  мА. Ток насыщения зависит от температуры накала катода.  
**1141.**  $10^5 \text{ м/с}; 10^{12} \text{ м/с}^2; 10^{-7} \text{ с.}$   
**1143.**  $\approx 3,2 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2; 8 \cdot 10^6 \text{ м/с}; 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ с.}$   
**1144.** 8 нс.  
**1145.**  $\approx 5,7 \cdot 10^7 \text{ м/с.}$   
**1146.**  $\approx 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$   
**1147.**  $\approx 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}; 2 \cdot 10^{-9} \text{ с}; \approx 0,4 \text{ мм.}$   
**1148.**  $\approx 100$  Ом.  
**1149.**  $\approx 0,00013 \text{ мм/с.}$   
**1150.** Нет, погрешность равна 0,1 А.  
**1151.**  $\approx 35$  г.  
**1152.**  $10^5 \text{ с}; 8 \text{ г.}$   
**1153.**  $(0,32 \pm 0,03) \text{ мг/Кл.}$
- 1154.** 20 Вт.  
**1155.**  $\approx 6,3 \cdot 10^{16} \text{ с}^{-1}$ .  
**1156.**  $\approx 66$ .  
**1157.**  $\approx 31$  °С.  
**1158.** 140 сут.  
**1159.** 3 А; 10 В.  
**1160.** При несоблюдении полярности оксидная пленка вследствие электролиза исчезнет, и конденсатор придется в негодность. Кроме того, образование газов в герметизированном корпусе конденсатора может привести к взрыву.  
**1161.** Если бы «плюс» источника напряжения был подан на рельсы, то на них вследствие электролиза почвенной влаги выделялся бы кислород и ускорялась бы коррозия.  
**1163.** У влажных рук меньше сопротивление.  
**1164.** От действия ионизатора.  
**1166.** При увеличении диаметра провода напряженность поля вблизи поверхности проводника уменьшается.  
**1167.** Перенапряжение в линии, вызванное электрическим атмосферным разрядом, приводит к пробою воздушного промежутка в разряднике, и грозовой заряд уводится в землю.  
**1169.**  $\approx 2,3 \cdot 10^9 \text{ м/с.}$   
**1170.**  $\approx 30 \text{ МВ/м.}$   
**1171.**  $\approx 4,15 \text{ В.}$   
**1172.** 0,04 Тл.  
**1173.**  $\approx 0,23 \text{ Вб}; \approx 1,16 \text{ Вб}; 0\text{..}$

1174. а) От  $D$  к  $C$ ; от  $C$  к  $D$ ;  
б) от  $D$  к  $C$ ; от  $C$  к  $D$ ; в) от  $D$   
к  $C$ ; от  $C$  к  $D$ .

1176. 0,1 В.

1177. 0,2 Вб/с; 0,2 В; при равномерном изменении магнитного потока.

1178. Во втором случае больше в 5 раз.

1179. 0,5 с; 5 А.

1180. 24 В.

1181. 4 В.

1183. Во втором проводе устанавливается постоянный ток.

1184. 20 В/м. В наведенном поле линии напряженности замкнуты.

1185, 1186. ЭДС будет индуцироваться.

1187. 1. Прерывистый ток в телеграфной линии индуцирует ток в телефонном проводе. 2. Чтобы в прямом и обратном проводах телефонной линии наводились ЭДС противоположного знака. 3. Оба провода ставят в одинаковые условия по отношению к индуктирующему проводу.

1188. а, б — К читателю; в — от читателя; г — ток равен нулю.

1189 К центру.

1190. Да; силы, действующие на индуцированные токи, тормозят движение спутника.

1191. При торможении якоря уменьшается ЭДС в его обмотке, из-за чего сила тока увеличивается. По закону Джоуля — Ленца это приводит к большему нагреванию якоря.

1192. 15 В.

1193.  $\approx 0,13$  Тл.

1194. 480 мВ.

1195. При размыкании цепи возникает ЭДС самоиндукции. При выключенных двигателях ЭДС самоиндукции мала.

1196. При изменениях силы тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая этим изменениям.

1197. При замыкании сердечника якорем возрастает магнитный поток в сердечнике, поэтому в катушке возникает ЭДС самоиндукции, уменьшающая силу тока.

1198. При движении стального стержня происходит изменение магнитного потока, пронизывающего катушку; в цепи появляется ЭДС индукции. При входе стержня сила тока в катушке уменьшается, а при выходе она увеличивается.

1199. Возможно меньшей длины и большего диаметра.

1200.  $2 \cdot 10^{-3}$  Гн. Нет.

1201. 40 мГн. Увеличивается.

1202. 20 В.

1203. 0,6 Гн.

1204. 800 А/с.

1205.  $\approx 0,14$  кВ.

1206.  $\pi/2$ .

1207. 100 В.

1208. 0,3 Дж;  $\approx 89$  мА.

**1209.** 0,1 Дж;  $0,64 \cdot 10^{-4}$  Дж.

**1210.**  $T/8$ .

**1211.** а)  $\approx 0,31$  с; б)  $\approx 2,5 \cdot 10^{-3}$  с, звуковая частота; в)  $\approx 1,6 \cdot 10^{-6}$  с.

**1212.**  $\approx 160$  МГц.

**1213.** 50 пФ.

**1214.** 126 мкГн.

**1215.**  $2,5 \cdot 10^{-4}$  Гн;  $10^{-8}$  Ф.

**1216.** Чтобы избежать электролиза.

**1217.** При переменном токе оба угля свечи сгорали равномерно.

**1218.** У катода. При переменном токе полярность электродов периодически меняется.

**1219.** С изменением расстояния между якорем и сердечником изменяется индуктивное сопротивление, а, следовательно, и сила тока в цепи, что фиксируется измерительным прибором, отградуированным в единицах длины.

**1220.** Охлаждение якоря и сердечника приводит к изменению индуктивного сопротивления электромагнита и, следовательно, силы тока в цепи; при этом изменяется напряжение, измеряемое вольтметром, отградуированным по шкале Кельвина.

**1221.** Емкость места разрыва очень мала и емкостное сопротивление в связи с этим очень велико; ток практически прекращается.

**1222.** а) Конденсатор, так как изменение силы тока опере-

жает по фазе изменение напряжения на  $\pi/2$ ; б) катушка, так как колебания тока отстают по фазе от колебаний напряжения на  $\pi/2$ .

**1223.** Реостат, если накал лампочки при последовательном соединении с ящиком одинаков при постоянном токе. Катушка, если накал при переменном токе меньше. Конденсатор, если лампочка при постоянном токе не горит.

**1224.** Энергия магнитного поля катушки периодически преобразуется в энергию электрического поля конденсатора, и обратно. Кроме того, энергия из данной цепи может периодически переходить в питающую сеть и обратно — из сети в данную цепь.

**1225.** 50 В;  $\approx 87$  В.

**1226.** Период колебаний уменьшится вдвое, а амплитуда ЭДС вдвое увеличится.

**1227.** 10 В;  $\approx 14$  В; 17 В; 20 В; 0.

**1228.**  $\approx 12$  мА.

**1229.**  $\approx 2,1 \cdot 10^{-8}$  с.

**1230.** Не будет.

**1231.**  $\approx 310$  В.

**1232.** Потому, что амплитудное значение напряжения 179 В, т. е. больше 150 В.

**1233.** Нет.

**1234.**  $U = 310 \sin 100\pi t$ .

**1235.** 20 А.

**1236.** 4 А;  $\approx 5,6$  А.

1237. Через 1/8 долю периода.
1238.  $\approx 48$  кДж.
1239.  $\approx 310$  Ом;  $\approx 2,5$  кОм.
1240. 0,07 Гн.
1241.  $(0,1 \pm 0,01)$  Гн.
1242. 0,16 Гн. В случае постоянного напряжения сила тока не изменится, а при переменном напряжении она резко увеличится.
1243.  $\approx 16$  Ом;  $\approx 0,016$  Ом.
1244.  $\approx 80$  мкФ.
1245.  $2,5 \cdot 10^{-4}$  с.
1246.  $(4 \pm 0,6)$  мкФ.
1247. 5 А.
1248.  $\approx 2,5$  мкФ.
1249. а) 5 Ом; б) 10 Ом; в) 20 Ом.
1250.  $\approx 9,9$  Ом.
1251. 24 А; 96 В; 192 В; 120 В.
1252. 10 А.
1253.  $\approx 0,64$ .
1254.  $\approx 0,04$  Гн.
1255.  $10^{-5}$  с<sup>2</sup>.
1256. Установить частоту то-  
ка  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ .
1257. 160 Гц.
1258. 4 Ом; 8 Ом.
1259.  $\approx 10^5$  Гц;  $\approx 76$  А.
1260. 11 А; 11 кВ. Пробой может произойти вследствие высокого напряжения на реактивных сопротивлениях.
1261.  $\approx 7,5$  В.
1262. 3000 об/мин.
1263. 50 Гц; 0,02 с.
1264. Увеличить в 1,5 раза.
1265. 3000, 1500, 1000, 750, 500, 300 об/мин.
1266. 1200 об/мин.
- 1267, 1268. Используется обратимость электрической ма-  
шины.
1269. Верхний зажим — ми-  
нус, нижний — плюс. Эмиссия  
электронов из катода недоста-  
точна для возникновения  
большой силы тока в цепи.
1270. Окружность, если обе пары пластин находятся на одинаковом расстоянии от эк-  
рана; если нет, то — эллипс.
1271.  $\approx 500\,000$  кВт.
1272.  $\approx 6000$  т/ч.
1273.  $\approx 2,1$  кВт.
1274.  $\approx 5,2$  кВт;  $\approx 1,7$  кВт;  
90%;  $\approx 97\%$ .
1275. В схеме а не будет; в ос-  
тальных схемах будет.
1276. При постоянном токе обмотка обладает только ак-  
тивным сопротивлением, ко-  
торое может оказаться очень  
малым в сравнении с кажу-  
щимся сопротивлением об-  
мотки переменному току.
1277. Потребляется, но мало.
1278. 1000; 0,02.
1279. 30 В.
1280. 5,6 А.
1281. Кнопку нужно поста-  
вить в первичную цепь перед  
разветвлением.
1282. Искрение контактов  
выключателя — причина воз-  
никновения электромагнит-  
ных волн различной длины.
1283. Электрические разря-  
ды, возникающие при работе

этих приборов, создают электромагнитные волны — помехи.

1284. В рентгеновских установках нет излучателей радиоволн; в современных тракторах установлен двигатель типа «дизель», в котором нет искрового зажигания.

1285. а) Да. б) Да, вследствие резонанса.

1286. Менялась амплитуда тока, так как изменялась сила звука; менялась частота тока, так как изменялась высота тона звука.

1287. Нет, так как крыша будет экранировать антенну от радиоволн.

1288. Радиоволны отражаются от металлических конструкций.

1289. Токи в двух половинах петли направлены в противоположные стороны. Поля, создаваемые этими токами, противоположны по фазе и гасят друг друга (интерференция).

1290. Короткие волны не огибают гор; за ними образуются «зоны молчания».

1291. Телецентры работают на ультракоротких волнах ( $\lambda < 10$  м). Эти волны почти не дифрагируют (негибают кривизну поверхности Земли).

1292. Посылаемая телецентром волна частично непосредственно воспринимается приемной антенной, а частично воспринимается с некоторым

запаздыванием как отраженная от кровли расположенных вблизи зданий, подъемных кранов и пр.

1293. За  $\approx 0,83$  мкс.

1294. 1,5 мкс.

1295. 2 м.

1296. 500 кГц.

1297. (100—210) м.

1298.  $1,2 \cdot 10^8$  м.

1299. Увеличить произведение  $C_2 L_2$  в 2 раза.

1300. 30 км.

1301.  $\approx 3,8 \cdot 10^5$  км;  $\approx 23 \cdot 10^6$  км.

1302. 75 км.

1303. 150 км.

1304. Шкала от 0 до 600 км; примерный масштаб 1 см — 30 км.

1305.  $\approx 4,4$  км/с.

1308. От расстояния между источником света и предметом, а также от расстояния предмета до экрана.

1309. Тем, что свет падает на пылинки, отражающие его во всевозможных направлениях. Очистить воздух от пыли.

1310. Солнечное затмение.

1311. Не сказывается.

1312. 525 м.

1315. Свет, проникающий в окна, после многократного отражения внутри помещения оказывается поглощенным и обратно на улицу почти не выходит.

1316. Толщина стекла приблизительно равна половине видимого расстояния между

концом пальца и его изображением.

1317. Читать изображение таблицы в плоском зеркале.

1318. Поверхность зеркала не идеально плоская (есть вогнутости и выпуклости), что и искаивает изображение.

1320. Угол относительно горизонта может составлять от  $24^\circ$  до  $66^\circ$ .

1321. Соответственно таким же.

1322. 10 м. Увеличится до 14 м.

1323. Свет лишь частично отражается от воды; значительная его часть проникает в воду.

1325. Одинаковы показатели преломления.

1326. Нет, так как угол падения равен нулю.

1327. До наблюдателя, находящегося на мосту, доходят лучи, идущие со дна реки, так как их угол падения меньше предельного. До наблюдателя же на берегу лучи не доходят вследствие явления полного отражения.

1328.  $\approx 41^\circ$ .

1329. Вследствие явления полного отражения.

1330. Например, при прохождении света сквозь полуую призму, находящуюся в воде.

1331.  $\approx 1,9$ .

1332. а)  $\approx 19^\circ$ ; б)  $\approx 63^\circ$ ; в)  $\approx 22^\circ$ ; г)  $\approx 32^\circ$ .

1333.  $\alpha = \operatorname{arctg} n$  (где  $n$  — относительный показатель преломления).

1334.  $\approx 50^\circ$ .

1335.  $\approx 1,15$ .

1336. 0,985;  $\approx 1,02$ .

1337.  $1,56 \pm 0,06$ .

1338. Да; нет.

1339.  $\approx 24^\circ$ ;  $\approx 42^\circ$ .

1340.  $\approx 1,4$ .

1341. Часть лучей полностью отразится на границе стекло—воздух и, попав на слой люминофора, вызовет его не нужное свечение — ореол.

1342.  $\approx 1,7$  м;  $\approx 3,4$  м.

1343.  $\approx 3$  см.

1344. 20 мм.

1346. Нет, так как при любом угле падения луча на боковую грань угол падения на другую грань оказывается больше предельного угла полного отражения.

1348.  $1,5^\circ$ .

1349.  $\approx 42^\circ$ ;  $23^\circ$ .

1351. Фокусное расстояние приблизительно равно расстоянию между линзой и изображением.

1352. Капельки воды как линзы сфокусируют солнечные лучи и листья получат ожоги.

1353. При условии, что расстояние до линзы  $d < F$ . Да, если посмотреть в линзу, как в лупу. Нет, так как отсутствует действительное изображение.

1354. Линза дает обратное изображение; Луна — в 1-й четверти (ранняя).

1355.  $\approx +7,7$  дптр;  $\approx +11$  дптр;  $\approx -11$  дптр.

1356. 0,2 м;  $\approx -0,29$  м.

**1360.** Лучи от каждой точки предмета после преломления в линзе идут параллельным пучком. Глаз собирает часть каждого такого пучка в одну точку на сетчатке, и мы видим предмет.

**1363.** Одно; ни одного; ни одного.

**1364.** Во всех случаях сместится в противоположном направлении.

**1365.** Изображение останется действительным, обратным, но увеличение изменится:

$$\Gamma_2 = \frac{1}{\Gamma_1}.$$

**1366.** 10 дптр; 10 см; 2.

**1367.** 90 см; 10 см.

**1368.**  $\frac{4}{3}F$ ;  $2F$ ;  $3F$ ;  $\infty$ ;  $-F$ ;  $-\frac{1}{9}F$ .

**1369.**  $\approx 5,5$  см.

**1370.** Предмет — на расстоянии 15,6 см перед линзой, а экран — на расстоянии 78 см за линзой.

**1371.** 24 см.

**1372.** а) 80 см; б) 60 см; в) 120 см.

**1373.** На расстоянии  $F_1 + F_2$ .

**1374.** 20 см.

**1375.**  $(7,25 \pm 0,75)$  см.

**1376.**  $\frac{4}{3}F < d < \frac{3}{2}F$ .

**1378.** Нет, так как действительного изображения пылинок не получится ( $d < F$ ).

**1379.** Получается большое поле зрения.

**1380.** Так как показатели преломления воды и стекла по-

чи одинаковы, то увеличение получается незначительным.

**1381.** Возможны оба варианта.

**1382.** Близорукий вниз, дальнозоркий вверх.

**1383.** Нужно посмотреть через очки, как через лупу; если увеличивают — для дальнозорких, а если уменьшают — для близоруких.

**1384.** В этом случае в зрачок проходят лишь центральные лучи, не дающие размытого изображения.

**1385.** С расстояния 1,8 м.

**1386.**  $\approx 25$  см.

**1387.**  $\approx 20$  м.

**1388.**  $\approx 140$  м.

**1389.** 6,3 м.

**1390.** При нормальном зрении на 12,5 см.

**1391.** 1 мм.

**1392.** Размеры окна обеспечивают определенный угол зрения. Дом рассматривается под меньшим углом зрения, поэтому он и виден в окне.

**1393.** Чем дальше предмет, тем под меньшим углом зрения он рассматривается.

**1394.**  $\approx 880$  м.

**1395.**  $\approx 3$  тыс. км.

**1396.**  $-2,3$  дптр.

**1397.**  $\times 6$ .

**1398.**  $\times 2,5$ ,  $\times 25$ .

**1399.** 2,5 см.

**1400.** На расстоянии 60 см.

**1401.**  $\times 360$ ;  $\times 900$ ;  $\times 1350$ .

**1402.** 9 мм.

**1403.**  $\approx 8,3$  мин;  $\approx 1,3$  с.

**1404.**  $\approx 5,9 \cdot 10^9$  км.

**1405.** 27 км.

- 1406.**  $\approx 3,8 \cdot 10^{14}$  Гц.
- 1407.** а, б) Ослабление; в) усиление.
- 1408.** Усиление.
- 1409.** 0,4 мкм.
- 1410.**  $\approx 20$  мкм.
- 1411.**  $1,64 \cdot 10^{-3}$  мм;  $\approx 10$  мм<sup>-1</sup>.
- 1413, 1414, 1419.** Явление интерференции при дифракции света.
- 1415.** Нет.
- 1417.** Пределом является диафрагма такого размера, при котором возникает дифракция.
- 1418.** При размерах менее 0,3 мкм, сравнимых с длиной световых волн, возникает дифракция света.
- 1420.** Эффект дифракционной решетки в отраженном свете.
- 1421.** Нет, так как звуковые волны продольные.
- 1422.** Смотреть на поверхность пруда через поляроид.
- 1423.** 2,42.
- 1424.**  $2 \cdot 10^8$  м/с.
- 1425.** 225 400 км/с; 223 400 км/с.
- 1426.**  $\approx 1,135$ .
- 1427.** 601 нм.
- 1428.**  $\approx 579$  нм; нет.
- 1430.** Во льду.
- 1431.** Сначала появилась красная часть спектра, затем оранжевая и т. д.
- 1432.** Снег почти все световые волны отражает; листья отражают зеленый, а флаг — красный свет. Сажа все волны поглощает.
- 1433.** Различный цвет сигналов достигается наличием различных светофильтров.
- 1434.** Черный.
- 1435.** Потому, что при съемке цветного фильма необходимо освещение, в котором были бы представлены все части спектра; для черно-белого в этом нет надобности.
- 1436.** Атмосфера Земли рассеивает световые волны голубой части спектра. У Луны нет атмосферы.
- 1437.** Сплошной спектр; окрашенные края листа бумаги.
- 1438.** От неоновой лампы и лампы дневного света — линейчатый, в остальных случаях — сплошной.
- 1439.** Линейчатые спектры тех металлов, из которых изготовлены проволоки.
- 1440.** В противном случае пары натрия сами дали бы линию такой же (или даже большей) яркости, как и источник.
- 1441.** В смеси 3.
- 1442.** Для того, чтобы инфракрасное излучение отражалось.
- 1443.** Возможны расхождения вследствие различной степени поглощения солнечной радиации.
- 1444.** Вредно для зрения. Стекло не пропускает ультрафиолетового, а темное стекло и яркого видимого излучения пламени.

- 1445.** В отличие от обычного стекла кварцевое стекло прозрачно для ультрафиолетового излучения.
- 1446.** Возникает, но столь слабое, что поглощается стеклом трубы.
- 1447.** В ионизированных слоях атмосферы быстро движущиеся электроны и ионы наносят удары по стенкам движущихся объектов, благодаря чему возникает рентгеновское излучение.
- 1448.** Свинец поглощает рентгеновское излучение.
- 1449.** Свинец предохраняет пленку от засвечивания вообще, а алюминий — от светового излучения, но не рентгеновского.
- 1450.** Рентгеновский снимок (негатив).
- 1451.** Зеленая; красная. Вагон в покое или равномерном движении. Нет.
- 1452.** Нет.
- 1453.** Нет.
- 1454.** Да, одинаков во всех трех случаях.
- 1455.** Нет. Для II наблюдателя раньше зажгется правый фонарь, для III — левый.
- 1456.** Нет.
- 1457.**  $\approx 2,6 \cdot 10^8$  м/с.
- 1458.**  $\approx 47,5$  лет.
- 1459.**  $\approx 71$  год.
- 1460.** Приблизительно в 5 раз.
- 1461.** 0,8 м.
- 1462.**  $\approx 255\,000$  км/с = 0,85 с.
- 1463.** а)  $\approx 0,9$  с; б) 0,8 с; в) с.
- 1464.** а) 0,125 с; б)  $\approx 0,31$  с; в) с;
- г) Неопределенность; нельзя связывать систему отсчета с лучом света.
- 1465.** 0,96 с.
- 1466.** 0,63 с.
- 1467.** 2,4 м.
- 1468.**  $\approx 2,8 \cdot 10^{-27}$  кг.
- 1469.**  $\approx 2,6 \cdot 10^8$  м/с.
- 1470.**  $2,05 \cdot 10^{-22}$  кг · м/с.
- 1471.**  $\approx 0,51$  МэВ.
- 1472.**  $\approx 8$  нг.
- 1473.**  $\approx 1$  г.
- 1474.**  $\approx 4 \cdot 10^6$  т.
- 1475.**  $\approx 6,4 \cdot 10^{-12}$  кг; нет.
- 1476.**  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Дж.
- 1477.**  $\approx 5,9 \cdot 10^5$  м/с.
- 1478.**  $\approx 1,7$  эВ;  $\approx 3,1$  эВ.
- 1479.**  $\approx 7,5 \cdot 10^{14}$  Гц.
- 1480.** 1 : 1,33 : 2.
- 1481.**  $\approx 1,2$  МэВ; энергия фотона рентгеновского излучения приблизительно в полмиллиона раз больше.
- 1482.**  $\approx 420$  нм; фиолетовый цвет.
- 1483.**  $6,6 \cdot 10^{-26}$  Дж;  $\approx 1,5 \times 10^{26}$  с<sup>-1</sup>.
- 1484.** 10<sup>19</sup> с<sup>-1</sup>.
- 1485.**  $\approx 2,6 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $\approx 1,7 \times 10^{-14}$  Дж;  $\approx 3,8 \cdot 10^{20}$ ;  $\approx 5,9 \cdot 10^{15}$ . Волновые — в первом, квантовые — во втором.
- 1486.**  $\approx 6$  с<sup>-1</sup>.
- 1487.** 2 эВ.
- 1488.**  $\approx 4 \cdot 10^{-19}$  Дж.
- 1489.** 656 нм;  $\approx 200$  нм.
- 1490.**  $\approx 2,5$  эВ;  $\approx 8,8 \cdot 10^5$  м/с.
- 1491.**  $1,6 \cdot 10^6$  м/с.

**1492.**  $\approx 320$  нм.

**1493.** Положительный;  $\approx 0,83$  нм; изменится весьма незначительно, так как работа выхода для разных металлов мала по сравнению с энергией квантов рентгеновского излучения.

**1494.** Точка  $D$ . Работу выхода  $A$  изображает отрезок  $OC$ ; по-

$$\text{этому } h = \frac{A}{v} = \frac{OC}{OD} = \tan \angle ODC.$$

**1495.**  $\approx 3,2 \cdot 10^{-36}$  кг;  $\approx 8,8 \times 10^{-34}$  кг.

**1496.**  $\approx 4,1 \cdot 10^{-26}$  Н · с.

**1497.**  $\approx 5,3 \cdot 10^{-28}$  Н · с;  $\approx 1,2$  мкм.

**1498.**  $\approx 13$  км/с.

**1499.** В 4000 раз.

**1500.** 1,5.

**1501.** Плюс.

**1503.** Хвост кометы отбрасывается силой светового солнечного давления. Эта сила увеличивается по мере приближения кометы к Солнцу; увеличивается при этом и длина хвоста.

**1505.** Чтобы избежать фотокимических реакций, при которых реагенты портятся.

**1506.** В 2 раза.

**1507.**  $3,03 \cdot 10^{-19}$  Дж.

**1508.** Красная ( $\approx 660$  нм).

**1509.**  $2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж.

**1510.** Оранжевый;  $\approx 606$  нм.

**1511.** Чем меньше  $R$  и емкость схемы  $C$ , тем меньше длится импульс тока и быстрее восстанавливается готовность

счетчика к приему новых сигналов.

**1512.** Левый трек принадлежит положительно заряженной частице, правый — отрицательно заряженной. Масса частицы, соответствующей левому треку, больше (трек толще).

**1513.** Снизу вверх, так как радиус кривизны трека меньше наверху.

**1514.** Нет, так как, двигаясь даже со световой скоростью, она пройдет путь  $3 \cdot 10^{-13}$  см (меньше размеров ядра).

**1515.** Вследствие уменьшения скорости электрона (в соответствии с формулой  $R =$

$$= \frac{mv}{qB}$$

**1516.**  $\alpha$ -частица, имея большие массу и заряд, чем электрон, в большей степени ионизирует среду и поэтому быстрее теряет скорость.

**1517.** У протона трек толще и короче.

**1518.**  $\approx 2,4 \cdot 10^6$ .

**1519.**  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения;  $\alpha$ -частицы имеют в воздухе длину свободного пробега менее 10 см.

**1520.**  $\approx 6,7 \cdot 10^{-24}$ .

**1521.**  $1,44 \cdot 10^{19}$  атомов.

**1522.** 25 500 лет.

**1523.** Атомная масса и порядковый номер уменьшаются на единицу; атомная масса уменьшается на 4 единицы, атомный номер — на 2 единицы.

1525. а) Азот; б) сурьма;  
в) менделевий.

1527. В  $10^{13}$  раз.

1528. 0,00857 а. е. м.;  
0,04212 а. е. м.

1529.  $\approx 28,0$  МэВ;  $\approx 1800$  МэВ.

1530. Порядка  $10^6$  раз.

1531.  $\approx 5$  МэВ; 7,5 МэВ; 10 МэВ.

1532. 1)  $\alpha$ -частица; 2) протон;  
3) нейтрон.

1533. Это противоречило бы  
закону сохранения импульса.

1534. Из-за отсутствия у нейт-  
ронов заряда.

1535.  $2,12 \cdot 10^4$  м/с.

1536. 1)  ${}_2^3\text{He}$ ; 2)  ${}_1^{24}\text{Na}$ ; 3)  ${}_1^{25}\text{Mg}$ ;

4)  ${}_2^{55}\text{Fe}$ .

1537. Альфа-частицы;  ${}_{\text{5}}^{11}\text{B} +$   
 $+ {}_{\text{1}}^1 p \rightarrow 3 {}_{\text{2}}^4\text{He}$ .

1538.  ${}_{\text{7}}^{14}\text{N} + {}_{\text{0}}^1 n \rightarrow {}_{\text{6}}^{14}\text{C} + {}_{\text{1}}^1 p$ .

1539. Реакция требует боль-  
шой затраты энергии.

1540. Освобождается; погло-  
щается; поглощается; осво-  
бождается.

1541.  ${}_{\text{92}}^{235}\text{U} + {}_{\text{0}}^1 n \rightarrow {}_{\text{54}}^{140}\text{Xe} +$   
 $+ {}_{\text{38}}^{94}\text{Sr} + 2 {}_{\text{0}}^1 n$ .

1542. Изотопа рубидия  ${}_{\text{37}}^{95}\text{Rb}$ .

1543. 1,69 МэВ.

1544.  ${}_{\text{9}}^{19}\text{F} + {}_{\text{1}}^1 p \rightarrow {}_{\text{8}}^{14}\text{O} + {}_{\text{2}}^4\text{He}$ ;  
3,94 МэВ.

1545. 1) 100 %;  $\approx 15$  %;  $\approx 96$  %.

2) Замедлителем может слу-  
жить вещество с малой массой  
ядер.

1546.  $\approx 3300$  см $^3$ ;  $\approx 19$  см.

1547.  $\approx 5 \cdot 10^{12}$  Дж;  $\approx 5 \cdot 10^{12}$  МВт.

1548.  $\approx 3 \cdot 10^{10}$  с $^{-1}$ .

1549.  $\approx 31$  г.

1550.  $\approx 964$  кг. Ядерного горю-  
чего требуется по массе при-  
близительно в миллион раз  
меньше, чем угля.

1551.  $\approx 8,9 \cdot 10^{12}$  кВт · ч.

1552. См. периодическую сис-  
тему элементов.

1553.  ${}_{\text{0}}^1 n$ .

1554.  $N_1 = 17$ ;  $N_2 = 8$ .

1555.  $e^+$ ;  $e^-$ ;  $e^-$ .

1557.  $\approx 0,75$  МэВ;  $\approx 0,0017$  нм.

1558. 1 МэВ.

1560. Одновременно с  $\beta$ -ча-  
стицей из ядра вылетает нейт-  
рино, и энергия между ними  
может распределяться раз-  
личным образом.

1561. Для превращения вней-  
рон протон должен получить  
дополнительно энергию. В яд-  
ре он ее получает от соседних  
частиц.

1562. Превращение  $n \rightarrow p$   
приведет к захвату «блуж-  
дающего» электрона; обрат-  
ное превращение — к уходу из  
оболочки одного электрона.

# СОДЕРЖАНИЕ

---

---

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
-------------------	---

## МЕХАНИКА

<b>1. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Общие сведения о движении.....	5
1.2. Прямолинейное равномерное движение.....	6
1.3. Относительность движения .....	9
1.4. Прямолинейное неравномерное движение. Средняя и мгновенная скорости .....	11
1.5. Ускорение. Скорость при равноускоренном движении .....	12
1.6. Перемещение и скорость при равноускоренном движении.....	14
1.7. Свободное падение. Движение тела, брошенного вертикально.....	20
1.8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.....	24
<b>2. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ .....</b>	<b>27</b>
2.1. Основные понятия и законы динамики Ньютона .....	27
2.2. Силы в механике.....	31
2.3. Применение законов динамики .....	37
2.4. Статика .....	49
<b>3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ .....</b>	<b>58</b>
3.1. Закон сохранения импульса .....	58
3.2. Механическая работа и энергия .....	61
3.3. Работа и потенциальная энергия в поле тяжести .....	65
3.4. Работа и потенциальная энергия при упругих деформациях .....	66
3.5. Закон сохранения полной механической энергии .....	67
3.6. Работа сил трения и механическая энергия. КПД.....	69
3.7. Мощность.....	70
3.8. Превращения энергии. Элементы гидромеханики.....	72

<b>4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕВАНИЯ И ВОЛНЫ . . . . .</b>	<b>73</b>
4.1. Механические колебания . . . . .	73
4.2. Механические волны. Звук . . . . .	78

## ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

<b>5. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ . . . . .</b>	<b>84</b>
5.1. Основные положения молекулярно-кинетической теории . . . . .	84
5.2. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа . . . . .	86
5.3. Уравнение состояния идеального газа . . . . .	89
5.4. Уравнение Менделеева - Клапейрона . . . . .	90
5.5. Изопроцессы . . . . .	93
5.6. Молекулярная физика паров, жидкостей и твердых тел .	97
<b>6. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ . . . . .</b>	<b>109</b>
6.1. Работа в термодинамике . . . . .	109
6.2. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Уравнение теплового баланса . . . . .	110
6.3. Первый закон термодинамики . . . . .	113
6.4. Тепловые двигатели . . . . .	114

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

<b>7. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ . . . . .</b>	<b>117</b>
7.1. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона . . . . .	117
7.2. Напряженность электрического поля . . . . .	119
7.3. Проводники и диэлектрики в электрическом поле .	121
7.4. Разность потенциалов. Потенциал . . . . .	122
7.5. Связь напряженности и разности потенциалов . . . . .	124
7.6. Электроемкость. Конденсаторы . . . . .	125
<b>8. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА . . . . .</b>	<b>130</b>
8.1. Сила тока. Сопротивление. Закон Ома для участка цепи . . . . .	130
8.2. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи . . . . .	133
8.3. Работа и мощность постоянного тока . . . . .	137
<b>9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ . . . . .</b>	<b>138</b>
9.1. Магнитные взаимодействия . . . . .	138
9.2. Индукция магнитного поля. Сила Ампера . . . . .	140

<b>9.3. Сила Лоренца . . . . .</b>	<b>142</b>
<b>9.4. Магнитные свойства вещества . . . . .</b>	<b>144</b>
<b>10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>10.1. Электрический ток в металлах . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>10.2. Электрический ток в полупроводниках . . . . .</b>	<b>148</b>
<b>10.3. Электрический ток в вакууме . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>10.4. Электрический ток в электролитах . . . . .</b>	<b>152</b>
<b>10.5. Электрический ток в газах . . . . .</b>	<b>154</b>
<b>11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>11.1. Магнитный поток. Правило Ленца . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>11.2. Закон электромагнитной индукции . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>11.3. ЭДС индукции в движущихся проводниках . . . . .</b>	<b>158</b>
<b>11.4. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля . . . . .</b>	<b>159</b>
<b>12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ . . . . .</b>	<b>160</b>
<b>12.1. Колебательный контур . . . . .</b>	<b>160</b>
<b>12.2. Переменный электрический ток . . . . .</b>	<b>162</b>
<b>12.3. Производство, передача и использование электроэнергии . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>12.4. Трансформатор . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>13. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. ОПТИКА . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>13.1. Электромагнитные волны . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>13.2. Геометрическая оптика . . . . .</b>	<b>173</b>
<b>13.3. Световые волны . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>14. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ . . . . .</b>	<b>189</b>

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

<b>15. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЯ СВЕТА . . . . .</b>	<b>193</b>
<b>16. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>16.1. Атомная физика . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>16.2. Физика атомного ядра. Элементарные частицы . . . . .</b>	<b>196</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .</b>	<b>203</b>
<b>ОТВЕТЫ . . . . .</b>	<b>216</b>

**УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ**

**Демкович Венедикт Перфирьевич  
Демкович Лидия Петровна**

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ**

**10—11 классы**

Учебное пособие  
для общеобразовательных  
учреждений

*Редакция «Луч»*

Ответственный редактор Е. С. Гридаева

Оформление обложки А. С. Демин

Технический редактор Л. Б. Чуева

ООО «Издательство Астрель»

Лицензия ЛР № 066647 от 07.06.99

143900, Московская обл., г. Балашиха, пр-т Ленина, 81

ООО «Издательство АСТ»

Лицензия ИД № 02694 от 30.08.2000

674460, Читинская обл., Агинский р-н, п. Агинское,  
ул. Базара Ринчино, 84

Наши электронные адреса:

[www.ast.ru](http://www.ast.ru)    E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru)

Отпечатано с готовых диапозитивов  
на Книжной фабрике № 1 МПТР России  
144003, г. Электросталь Московской обл., ул. Тевоянца, 25.