

**СБОРНИК**

**В.П.ДЕМКОВИЧ**

**Л.П.ДЕМКОВИЧ**

**ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ**



**В. П. ДЕМКОВИЧ, Л. П. ДЕМКОВИЧ**

## **СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ**

**Для 8—10 классов  
средней школы**

**ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ**

**Издание пятое, переработанное**

**МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1981**

ББК 74.265.1  
Д30

Рекомендовано к изданию Главным управлением школ  
Министерства просвещения СССР

Д  $\frac{60501-207}{103(03)-81}$  инф. письмо 4306011100

© Издательство «Просвещение» 1981 г.

# I. МЕХАНИКА

## КИНЕМАТИКА

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ<sup>1</sup>

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

2. Поезд прибыл из Ленинграда в Москву. Одинаковые 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. Определить координату человека (рис. 1), выбрав начало отсчета координаты у дерева А; у дерева В; у дерева С. Масштаб: 1 деление — 1 м.

5. На рисунке 2 показаны три вектора. Равны ли векторы  $\vec{s}_1$  и  $\vec{s}_2$ ? Можно ли сказать, что вектор  $\vec{s}_3$  больше вектора  $\vec{s}_1$ ?

6. 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.

7. Шар-пилот поднимается относительно земли на высоту 200 м

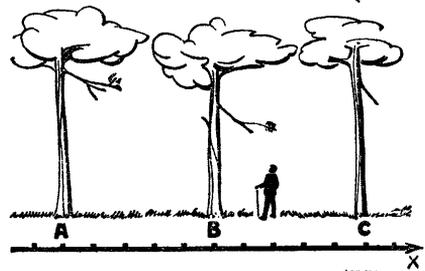


Рис. 1

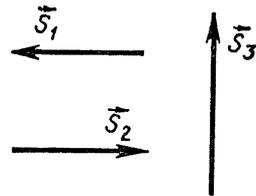


Рис. 2

<sup>1</sup> Если в условии задачи нет специальных указаний, то выбор системы отсчета предоставляется сделать самим учащимся. В этих случаях ответы в задачниках 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 сопротивление воздуха не учитываются.

и одновременно относится ветром в западном направлении на расстояние 150 м. Найти графически путь, пройденный шаром, и его перемещение в системе отсчета «Земля».

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

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

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

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

4) мальчик, идя из дому в школу по прямым улицам, прошел сначала 2 квартала к востоку, а затем 2 квартала к северу (длина каждого квартала приблизительно 150 м).

9. Автомобиль преодолел подъем длиной 200 м с углом наклона к горизонту  $30^\circ$ . Найти графически проекции перемещения автомобиля на координатные оси — горизонтальную  $x$  и вертикальную  $y$ .

10. Сани спустились к горизонту с горы вдоль склона длиной 100 м, образующего с горизонтальной плоскостью угол  $45^\circ$ . Найти графически проекции перемещения саней на координатные оси — горизонтальную  $x$  и вертикальную  $y$ .

### Прямолинейное равномерное движение

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

12. 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?



Рис. 3

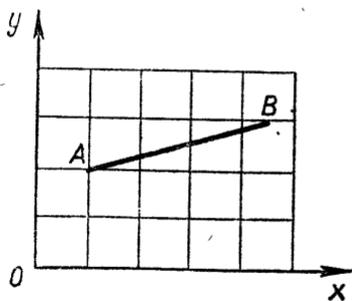


Рис. 4

13. Материальная точка движется равномерно и прямолинейно из точки  $A$  в точку  $B$  (рис. 3). Определить координаты материальной точки в начале и в конце движения. Чему равны пройденный путь и длина перемещения? С какой скоростью двигалась точка, если время движения по траектории  $AB$  равно 5 с? Написать уравнение движения. Масштаб на рисунке: 1 деление — 10 см.

14. На рисунке 4 показана траектория движения материальной точки из точки  $A$  в точку  $B$ . Масштаб на осях координат: 1 деление — 3,0 м. Определить координаты точки в начале и конце движе-

ния. Чему равны проекции перемещения на оси  $Ox$  и  $Oy$  и длина самого перемещения? Сколько времени продолжалось движение, если точка двигалась с постоянной скоростью  $50 \text{ см/с}$ ? Каковы проекции скорости на оси  $Ox$  и  $Oy$ ?

15. При фотографировании пули в полете затвор фотоаппарата был поставлен на выдержку  $\frac{1}{25} \text{ с}$ .

Какой путь прошла пуля за это время при скорости движения  $1000 \text{ м/с}$ ?

16\*<sup>1</sup>. На станции метрополитена угол наклона эскалатора (движущейся лестницы) равен  $30^\circ$ , скорость его перемещения  $80 \text{ см/с}$ , а время подъема пассажиров  $2,5 \text{ мин}$ . Определить вертикальную и горизонтальную составляющие скорости эскалатора. Какова длина эскалатора и глубина заложения туннеля в месте, где находится станция?

17. Дана координатная ось времени (рис. 5). Покажите на ней первую секунду, четвертую секунду, начало и конец третьей секунды, две секунды, пять секунд. Что из сказанного является моментом времени, а что — промежутком времени?

18. 1. По графику скорости движения материальной точки (рис. 6) определить модуль перемещения за  $8 \text{ с}$  и начертить график зависимости  $|\vec{s}| = f(t)$ .

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

19. По графикам изменения координат двух тел (рис. 8) сравнить их скорости.

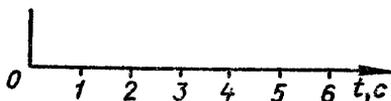


Рис. 5

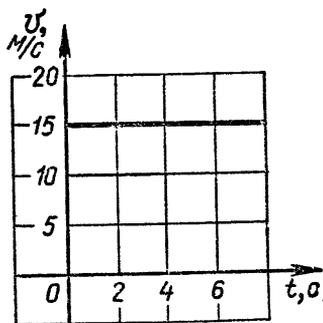


Рис. 6

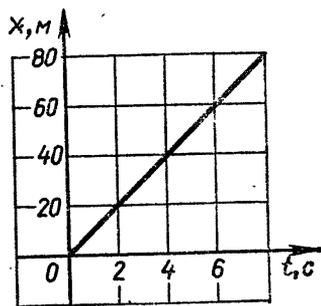


Рис. 7

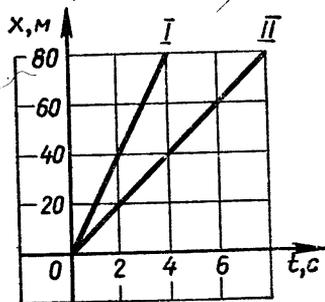


Рис. 8

<sup>1</sup> Звездочкой отмечены задачи повышенной трудности.

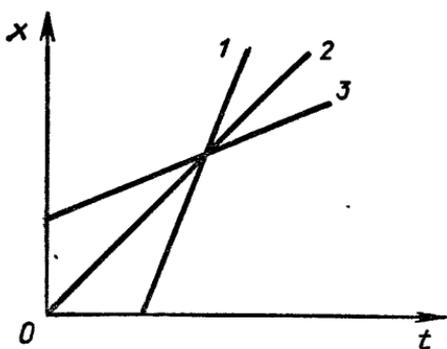


Рис. 9

20. На рисунке 9 представлены графики изменения координаты тела для трех движений. Чем отличаются движения 1 и 2? 2 и 3? 1 и 3?

21. Два велосипедиста, находясь на расстоянии 160 м, одновременно выехали навстречу друг другу: один со скоростью 3,0 м/с, а другой со скоростью 5,0 м/с. Через сколько времени они встретятся? Какова длина перемещения каждого велосипедиста? Задачу решить дважды, связав систему отсчета один раз с Землей (начало отсчета совместить с начальной

точкой перемещения первого велосипедиста), а другой раз — с первым велосипедистом. Какое из двух решений проще?

22. 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.

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

### Относительность движения

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

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

26. Бревно плыет по течению реки. Двигается ли оно относительно воды? относительно берега?

27. 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?

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

29. 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 будут ложиться пули на поверхность земли?

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

31. 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?

32. Скорость лодки в реке относительно воды 2,0 м/с, а скорость течения относительно берега 1,5 м/с. Какова скорость лодки относительно берега, когда лодка плывет по течению? против течения?

33. 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.

34. 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.

35. 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?

36. 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.

37. 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?

38\*. 1. Скорость течения реки 0,50 м/с. По реке плывет квадратный плот, со стороной 10 м. Человек проходит вдоль плота и обратно за 20 с. Найти модуль перемещения и путь человека в системе отсчета «Плот» и в системе отсчета «Берег».

2. Решить эту же задачу для случая, когда человек идет поперек плота туда и обратно.

39\*. Скорость течения реки 3,0 м/с, а гребец может сообщить лодке скорость относительно воды 5,0 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 назад.

## 2. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

### Мгновенная и средняя скорость

40. Расстояние от Земли до Луны 380 000 км. Космический корабль преодолел первую половину этого расстояния за 25 ч, а вторую — за 50 ч. Определить среднюю скорость движения

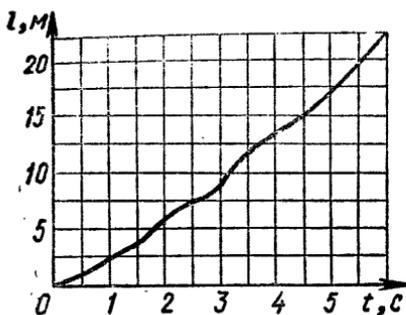


Рис. 10

корабля на первой половине расстояния, на второй половине и на всей траектории, считая движение прямолинейным.

41\*. Расстояние между двумя городами автомобиль проехал со скоростью 60 км/ч. Обрато 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.

42. По графику, приведенному на рисунке 10, определить среднюю скорость переменного движения тела в течение первой секунды, шестой секунды и за все время движения.

43. 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.

44. 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?

45. 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?

46. 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?

47. 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?

### Ускорение. Равноускоренное движение

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

49. На рисунке 11 показан вектор ускорения  $\vec{a}$ . Каков характер движения, если точка движется влево? вправо?

50. Скорость материальной точки в течение 10 с увеличилась от нуля до 8,0 м/с. Определить ускорение. Начертить график ускорения.

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

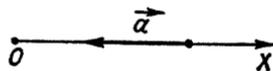


Рис. 11

<sup>1</sup> В задачах 48—63 ускорение считать постоянным.

52. 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.

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

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

55. 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 ускорение шарика в системе отсчета «Судно» и в системе отсчета «Берег».

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

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

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

59. Материальная точка движется прямолинейно в течение пяти секунд с постоянным ускорением  $2 \text{ см/с}^2$ . Начальная скорость, направленная противоположно ускорению, была 4 см/с. Определить проекцию мгновенной скорости на ось  $Ox$  в конце каждой секунды.

60. Через сколько секунд после отхода от станции поезда метрополитена его скорость достигнет значения 75 км/ч, если ускорение при разгоне равно  $1,0 \text{ м/с}^2$ ?

61. Автомобиль приближается к мосту со скоростью 60 км/ч. У моста висит дорожный знак «10 км/ч». За 7,0 с до въезда на мост водитель нажал на тормозную педаль, сообщив автомобилю ускорение  $2,0 \text{ м/с}^2$ . С разрешаемой ли скоростью автомобиль въехал на мост?

62. Автомобиль, двигавшийся со скоростью 72 км/ч, потребовалось срочно остановить. При резком торможении ускорение было равно  $5,0 \text{ м/с}^2$ . Через сколько секунд после нажатия тормозной педали автомобиль остановился?

63\*. Сани спускаются с горы с ускорением  $40 \text{ см/с}^2$ . Начальная скорость саней была равна 2,0 м/с. Спуск с горы продолжался 8,0 с, после чего сани перешли на горизонтальную дорожку и через 4,0 с остановились. Определить скорость движения саней в конце горы и ускорение на горизонтальном участке траектории.

### Перемещение при равноускоренном движении

64. Материальная точка движется горизонтально вдоль оси  $Ox$  из начала координат с постоянным ускорением  $6 \text{ см/с}^2$ . Определить координату  $x$  точки через 5 с после начала движения, если начальная скорость равна: 1) нулю и 2) 4 см/с.

65. Тело движется прямолинейно с ускорением  $2,0 \text{ м/с}^2$ , направленным противоположно начальной скорости. На каком расстоянии от исходной точки оно будет через  $5,0 \text{ с}$  и через  $6,0 \text{ с}$  после начала движения, если начальная скорость была  $10 \text{ м/с}$ ?

66. Автомобиль движется прямолинейно с постоянным ускорением  $2,0 \text{ м/с}^2$ . В некоторый момент времени его скорость равна  $10 \text{ м/с}$ . Где он был  $4,0 \text{ с}$  назад?

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

68. Тело, начальная скорость которого была равна нулю, прошло за первую секунду  $1 \text{ м}$ , за вторую —  $2 \text{ м}$ , за третью —  $3 \text{ м}$ , за четвертую —  $4 \text{ м}$  и т. д. Является ли такое движение равноускоренным?

69. Тело движется прямолинейно с ускорением  $0,60 \text{ м/с}^2$ . Какой путь оно пройдет в первую, пятую, десятую, двадцать пятую секунду, если начальная скорость была равна нулю?

70. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением и в шестую секунду проходит  $12 \text{ м}$ . Определить ускорение и путь, пройденный в шестнадцатую секунду, если начальная скорость была равна нулю.

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

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

73. По полу равномерно замедленно катится шар. Начальная скорость  $0,64 \text{ м/с}$ , а ускорение  $16 \text{ см/с}^2$ . Какое он пройдет расстояние?

74. Поезд, движущийся после начала торможения с ускорением  $0,40 \text{ м/с}^2$ , через  $25 \text{ с}$  остановился. Найти скорость в момент начала торможения и тормозной путь.

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

76. Лыжник спускается с горы длиной  $100 \text{ м}$ . Сколько времени займет спуск, если ускорение  $0,50 \text{ м/с}^2$ , а начальная скорость была равна  $10 \text{ м/с}$ ?

### **Средняя скорость при прямолинейном равноускоренном движении. Связь между перемещением и скоростью**

77. 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.)

78. 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?

79. Шарик двигался по наклонному желобу со средней скоростью 50 см/с. Какой была его конечная скорость, если начальная была равна 1) нулю; 2) 10 см/с?

80. Какую среднюю и максимальную скорость развивает лыжник за 1,0 мин, спускаясь равноускоренно с горы длиной 1000 м? Начальная скорость лыжника равна нулю.

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

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

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

84. Шарик скатывается по желобу длиной 1,25 м с ускорением 1,6 м/с<sup>2</sup>. Какова скорость шарика в конце желоба? Начальная скорость шарика была равна нулю.

85. 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 м/с<sup>2</sup>?

86. Автобус движется со скоростью 36 км/ч. На каком расстоянии от остановки водитель должен начать тормозить, сообщая автобусу ускорение, не превышающее 1,2 м/с<sup>2</sup>?

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

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

89. 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 9,0 м. Найти соответствующее этой норме тормозное ускорение.

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

91\*. 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 была скорость поезда у светофора, находящегося в средней точке тормозного пути?

92. По графикам скорости, приведенным на рисунке 12, написать формулу скорости для каждого движения. Начертить графики изменения координаты  $x = f(t)$ , если начальная координата  $x_0 = 0$ .

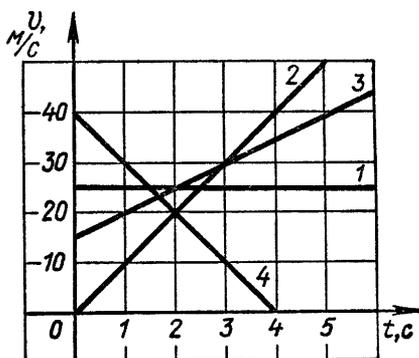


Рис. 12

93. Какой путь пройдет моторная лодка, если она движется прямолинейно 5,0 с с постоянной скоростью 1,0 м/с, а затем 5,0 с равноускоренно с ускорением 1,0 м/с<sup>2</sup>? Начертить график скорости  $v = f(t)$  и график ускорения  $a = f(t)$ .

94. Груз поднимают лебедкой (с поверхности земли). Первые 2,0 с груз движется ускоренно без начальной скорости с ускорением 0,50 м/с<sup>2</sup>, следующие 11 с — равномерно, последние 2,0 с — замедленно с ускорением 0,50 м/с<sup>2</sup>. На какую высоту был поднят груз? Начертить график скорости  $v = f(t)$  и график ускорения  $a = f(t)$ .

95\*. Спустил 40 с после отхода теплохода в догонку за ним был послан глиссер, который, отправившись от пристани, двигался все время с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Через сколько времени и на каком расстоянии от пристани глиссер догонит теплоход, если теплоход движется равномерно со скоростью 18 км/ч? Начертить на одних осях графики скорости теплохода и глиссера.

96. По графикам, приведенным на рисунках 13, а, б, ..., м, охарактеризуйте соответствующие движения (вид движения, начальная скорость, ускорение, время движения).

### Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально

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

98. В некоторый момент времени скорость свободно падающего тела равна 7,0 м/с. Какой будет скорость через 1 с?

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

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

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

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

103. Почему плотность дождя (количество капель в 1 м<sup>3</sup>) уменьшается по мере приближения капель к земле?

104. Столкните осторожно шарик с края стола. Пользуясь измерительной линейкой, определите, сколько времени шарик падал и какова была его скорость, когда он коснулся пола.

105. Парашютист раскрывает парашют спустя 2,0 с после отделения от самолета. Какое расстояние он проходит по вертикали до раскрытия парашюта и какова его мгновенная скорость в конце этого промежутка времени?

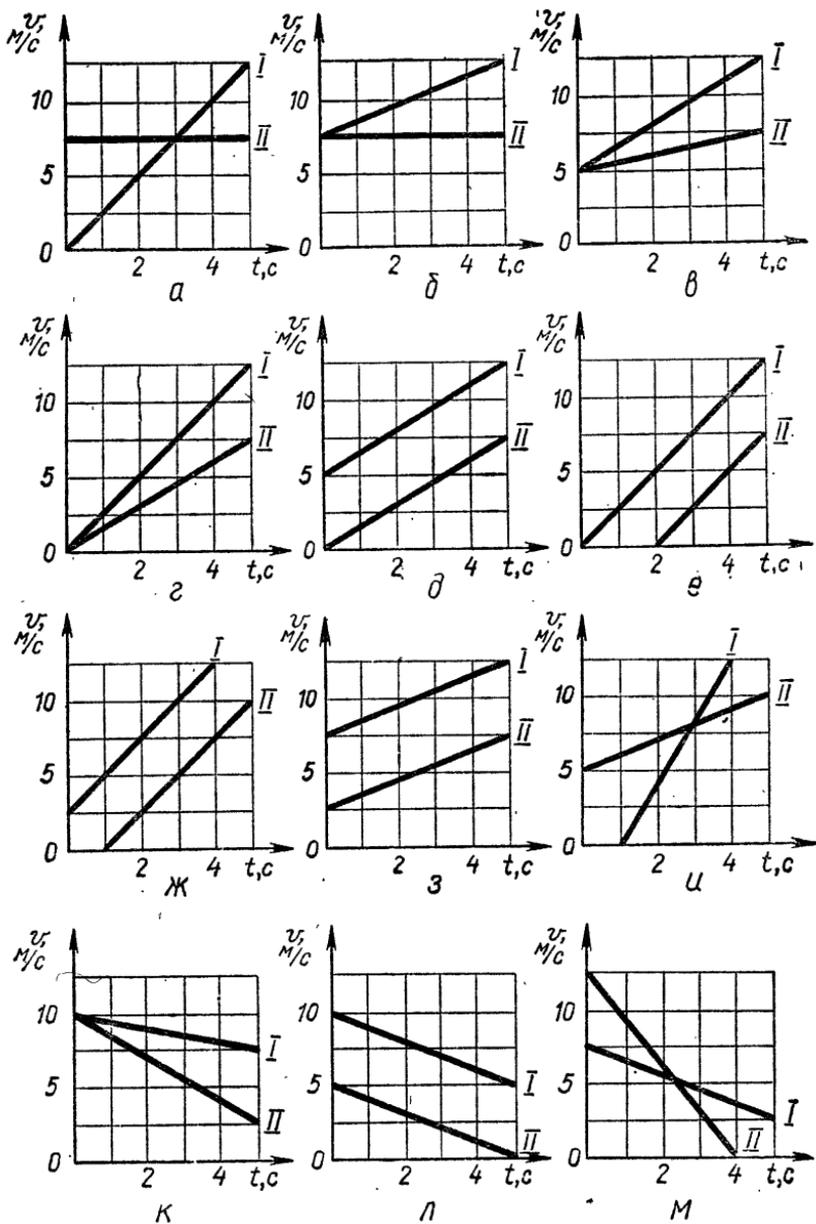


Рис. 13

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

107. Ударник копра поднимают на высоту 4,9 м за 5,0 с, после чего он падает на сваю. Сколько ударов в минуту делает копер?

108. Сокол, пикируя отвесно на свою добычу, достигает скорости 100 м/с. Какое расстояние проходит при этом хищник?

109. Груз падает с высоты 54 м. Разделить эту высоту на такие три части, чтобы на прохождение каждой требовалось одинаковое время.

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

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

112. Скорость тела, падающего на землю, в некоторой точке равна 50 м/с. Где будет это тело через 1,0 с? Где оно было 1,0 с назад? За начало отсчета координаты принять указанную точку.

113. 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?

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

115\*. Воздушный шар, находившийся в покое, начинает подниматься с поверхности земли с ускорением  $2,0 \text{ м/с}^2$ . Через 5,0 с после начала подъема с него сброшен балласт (без начальной скорости относительно азростата). Через сколько времени после сбрасывания балласт упадет на землю?

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

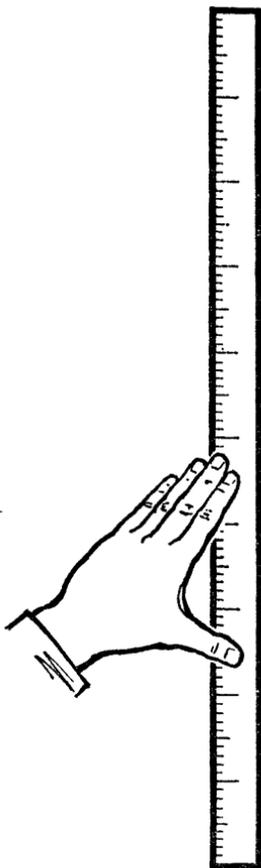
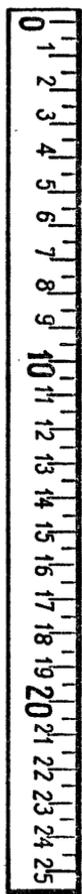


Рис. 14

Рис. 15

117. Для проверки правильности действия затвора у фотоаппарата было сфотографировано падение маленького шарика на фоне сантиметровой шкалы (рис. 14) с выдержкой  $1/20$  с. Обеспечил ли затвор такую выдержку? Падение шарика началось с нулевого штриха линейки, а кнопка фотоаппарата была нажата чуть позже момента начала падения шарика.

118. Проверьте какого-нибудь товарища на быстроту реакции. Для этого метровую линейку прижмите рукой к стене (рис. 15). Объясните рядом стоящему товарищу, 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?

119. С какой скоростью надо бросить мяч вертикально вверх, чтобы он коснулся потолка комнаты?

120. Как определить на опыте вертикальную начальную скорость «снаряда» баллистического пистолета? Сделайте это. (Дается рулетка.)

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

122. Тело, брошенное вертикально, поднялось вверх и упало обратно. На рисунках 16, а, б, в, г представлены графики зависимости от времени перемещения, пути, скорости и ускорения данного движения. Проанализируйте эти графики и определите, какой зависимости соответствует каждый из них.

123. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал в исходную точку через  $3,0$  с. С какой начальной скоростью мяч был брошен?

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

125. 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.

126. Через сколько секунд 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.)

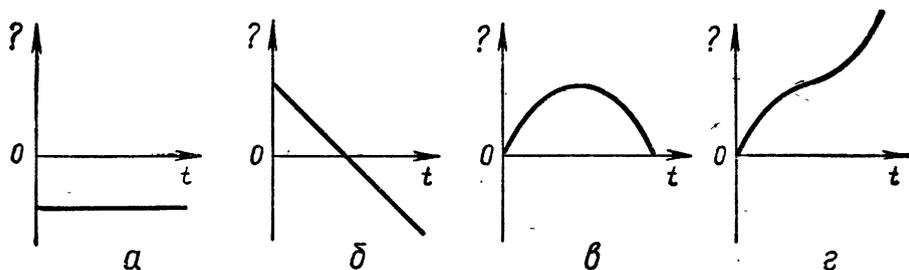


Рис. 16

127. Мяч брошен с земли вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Сколько времени он будет подниматься вверх и какой будет высота подъема?

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

129. Мяч подброшен с земли вверх на высоту 5,0 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.

130\*. Человек, находясь на вершине башни высотой 15 м, бросает вверх предмет с начальной скоростью 10 м/с. Через сколько времени предмет достигнет земной поверхности?

131\*. 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?

### 3. КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

132. На рисунке 17 линия *MN* — траектория равномерного движения материальной точки со скоростью 3 м/с. 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.

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

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

135. За 10 с точка прошла равномерно половину окружности, радиус которой 100 см. Определить линейную скорость.

136. Каков период вращения секундной, минутной и часовой стрелки часов? Какова частота вращения?

137. Определите линейную скорость конца минутной стрелки каких-либо часов и покажите на чертеже ее векторы через каждые 10 мин.

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

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

140. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите со скоростью 8,0 км/с и периодом обращения 96 мин. Определить высоту полета спутника над поверхностью Земли.

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

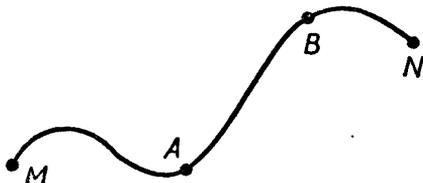


Рис. 17

142. На барабан радиусом 20 см навита нить, к свободному концу которой подвешен груз  $P$  (рис. 18). Какова частота вращения барабана в тот момент, когда расстояние, пройденное грузом в процессе падения, окажется равным 120 см? Массой барабана пренебречь.

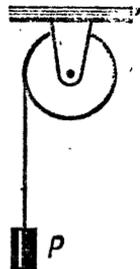


Рис. 18

143. Шарик, прикрепленный к концу стержня длиной 50 см, вращающ равномерно в вертикальной плоскости с частотой 3,0 об/с. На какую высоту взлетит шарик, если он оторвется от стержня в тот момент, когда скорость шарика направлена вертикально вверх?

144. Обтачиваемый на токарном станке вал диаметром 80 мм вращается с частотой 600 об/мин. Определите скорость резания.

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

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

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

148. Определить угловые скорости валов, вращающихся с периодами  $T_1 = 10$  с,  $T_2 = 0,050$  с,  $T_3 = 1,00 \cdot 10^{-3}$  с.

149. Определить угловые скорости валов, частоты вращения которых 24, 60, 1800 об/мин.

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

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

152. На вал плотно насажены два шкива; диаметр первого 10 см, а второго 20 см. Сравнить окружные и угловые скорости шкивов.

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

154. Ветряное колесо радиусом 2,0 м делает 40,0 об/мин. Каково центростремительное ускорение концевых точек лопастей колеса? При какой частоте вращения центростремительное ускорение будет в 2 раза больше?

155. Какова линейная скорость тела, движущегося равномерно по окружности радиусом 3,0 м, если центростремительное ускорение равно 12 см/с<sup>2</sup>?

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

157. Шкив вращается с угловой скоростью 50 рад/с. Определить центростремительные ускорения точек, находящихся на расстоянии 20 и 80 мм от оси вращения.

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

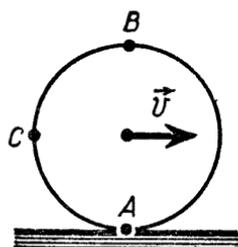


Рис. 19

159\*. Колесо катится без скольжения со скоростью 2,0 м/с (рис. 19). Одинаковы ли линейные скорости точек *A*, *B* и *C* обода колеса относительно дороги? Каковы эти скорости?

160. Проследите за проигрыванием граммофонной пластинки. Какова траектория движения кончика иглы: 1) относительно корпуса проигрывателя; 2) относительно пластинки; 3) относительно головки звукоснимателя?

161. 1. Измерьте на опыте частоту вращения и угловую скорость граммофонного диска. Что обозначают числа на шкале регулятора скорости? (Воспользоваться часами с секундной стрелкой.)

2. Одинакова ли линейная скорость граммофонной иголки относительно пластинки в начале и в конце проигрывания?

## ДИНАМИКА

### 4. ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

#### Первый закон Ньютона. Инертность. Масса тела

162. Почему возможно равномерное движение автомобиля при работающем двигателе?

163. Известно, что при ускоренном движении поезда, его торможении и на поворотах тела в вагонах начинают отклоняться, приходят в движение и даже падают без видимого воздействия на них окружающих тел. Выполняется ли в данном случае в вагонах первый закон Ньютона?

164. Можно ли объяснить инерцией следующие явления:

- 1) велосипедист едет по спуску, не вращая педали;
- 2) капли дождя, приближаясь к земле, движутся равномерно и прямолинейно;
- 3) космические корабли вне атмосферы могут двигаться с выключенными двигателями?

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

166. На участке *AB* (рис. 20) автомобиль двигался с включенным двигателем, а на участке *BC* — с выключенным. На одном из этих участков движение происходило по инерции. На каком?

167. Почему шофер не может мгновенно остановить движущийся автомобиль?

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

169. Что более инертно: ружье или пуля?

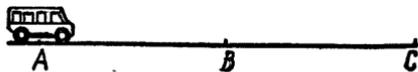


Рис. 20

170. При взаимодействии два тела получили ускорения  $0,01$  и  $1$  м/с<sup>2</sup> соответственно. Найти отношение масс этих тел.

171. Шар массой  $1$  кг сталкивается с шаром неизвестной массы. Полученные ими ускорения равны  $0,2$  и  $0,4$  м/с<sup>2</sup> соответственно. Определить массу второго шара.

172. 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?

173. С лодки массой  $0,50$  т выбирается канат, поданный на баркас. Пути, пройденные лодкой и баркасом до их встречи, равны  $8,0$  и  $2,0$  м соответственно. Какова масса баркаса?

### Сила. Второй закон Ньютона

174. Согласны ли вы со следующими утверждениями:

- 1) если на тело не действует сила, то оно не движется;
- 2) если на тело перестала действовать сила, то оно остановится;
- 3) тело обязательно движется туда, куда направлена сила;
- 4) если на тело действует сила, то скорость тела изменяется?

175. Вагонетка массой  $200$  кг движется с ускорением  $20$  см/с<sup>2</sup>. Определить силу, сообщающую вагонетке это ускорение (в ньютонах, килоньютонах и меганьютонах).

176. Шарик массой  $1000$  г движется с ускорением  $50$  см/с<sup>2</sup>. Определить силу, действующую на шарик.

177. На ящик действует по направлению к стене некоторая сила (рис. 21). Почему ящик не получает ускорения?

178. По гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  движется тело, на которое действует сила тяжести  $17$  Н. Какая еще сила действует на тело? Чему равна равнодействующая приложенных к телу сил? С каким ускорением движется тело?

179. Как направлено ускорение, с которым летит вертолет, если сила тяги воздушного винта  $\vec{F}$  направлена так, как показано на рисунке 22?

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

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

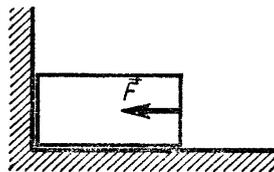


Рис. 21

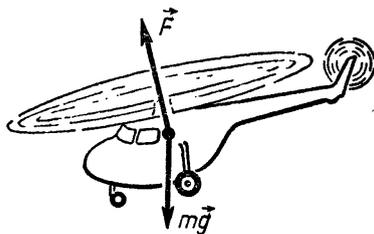


Рис. 22

182. Сортировка зерен по массе и очистка их от примесей производится в сельскохозяйственной машине — сортировке. В воздушном потоке от вентилятора зерна и примеси отлетают на разные расстояния. Объясните почему.

183. 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?

184. Какая из тележек движется с большим ускорением (рис. 23, а, б)?

185. Сила  $2,0 \text{ мН}$  действует на тело массой  $5,0 \text{ г}$ . Найти ускорение, с которым движется тело.

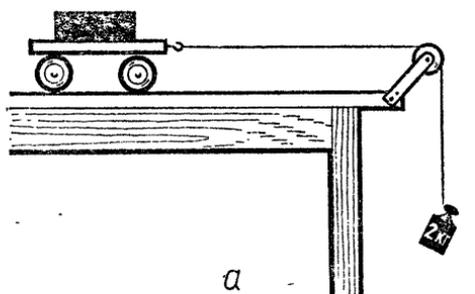
186. С каким ускорением движется тело массой  $3,0 \text{ кг}$ , если на него действует сила  $0,10 \text{ Н}$ ? Какова скорость тела в конце шестой секунды движения?

187. Определить массу тела, которому сила  $50 \text{ мН}$  сообщает ускорение  $0,20 \text{ м/с}^2$ . Чему равен модуль перемещения тела за  $30 \text{ с}$  прямолинейного движения из состояния покоя?

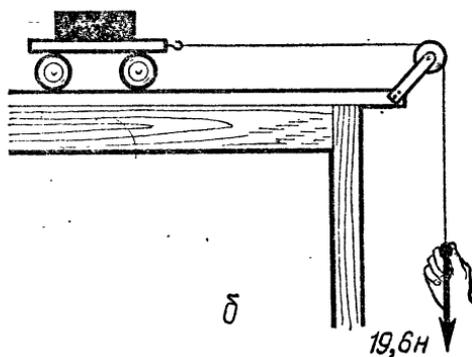
188. Через блок переброшена нить, к концам которой подвешены гири массой по  $200 \text{ г}$  каждая (рис. 24). Какую вертикальную силу нужно приложить к одной из гирь, чтобы гири стали двигаться с ускорением  $50 \text{ см/с}^2$ ?

189. Одинаковые грузы массой  $120 \text{ г}$  каждый прикреплены к нити, переброшенной через блок. На один из грузов действует вертикально вниз сила  $48 \text{ мН}$ . Какой путь пройдет каждая из гирь за  $2 \text{ с}$  и какую приобретет скорость?

190\*. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1$  ускорение



а



б

Рис. 23

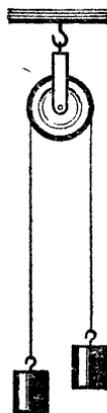


Рис. 24

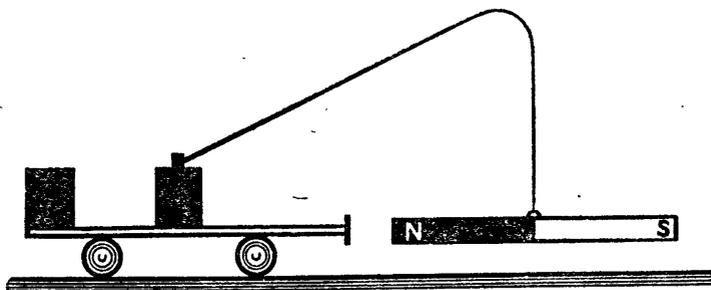


Рис. 25

$2,0 \text{ м/с}^2$ , а телу массой  $m_2$  ускорение  $3,0 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение под действием той же силы получат оба тела, если их соединить вместе?

191. В течение 30 с человек шестом отталкивает от пристани баржу, прилагая усилие 400 Н. На какое расстояние отойдет от пристани баржа, если ее масса 300 т?

192. Космический корабль массой  $1,00 \cdot 10^8 \text{ кг}$  поднимается с Земли вертикально вверх. Сила тяги двигателя равна  $2,94 \cdot 10^7 \text{ Н}$ . С каким ускорением поднимается корабль? Определить скорость и координату корабля относительно места старта в конце пятой минуты движения.

193. Какой груз нужно подвесить к пружине для упругого удлинения ее на 3,0 см, если коэффициент жесткости пружины 900 Н/м?

194. Каков коэффициент жесткости пружины динамометра, если под нагрузкой в 10 Н пружина удлинилась на 4,0 см? На сколько удлинится эта пружина под нагрузкой 5; 20; 12,5 Н? Почему шкала динамометра равномерна?

### Третий закон Ньютона

195. Сила тяги, действующая на автомобиль, равна 1 кН, а сила сопротивления движению 0,5 кН. Являются ли эти силы силами взаимодействия?

196. Может ли человек, сидящий в лодке, привести ее в движение, упираясь в мачту?

197. Можно ли привести в движение стальную тележку при помощи магнита, укрепленного так, как показано на рисунке 25?

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

199. Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены одинаковые гири весом  $P$  каждая. Какова сила натяжения нити:  $P$  или  $2P$ ?

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

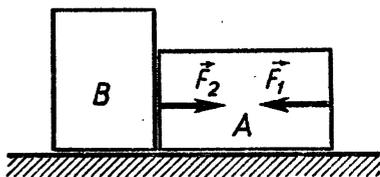


Рис. 26

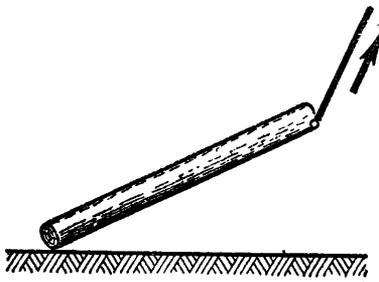


Рис. 27

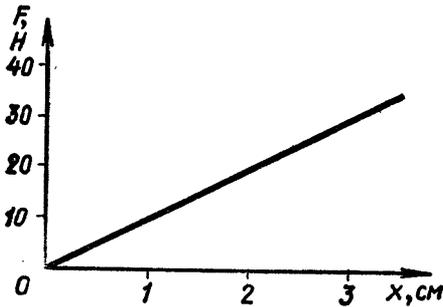


Рис. 28

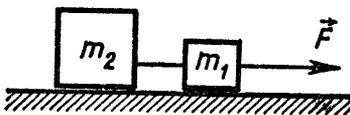


Рис. 29

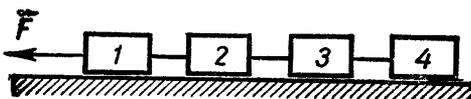


Рис. 30

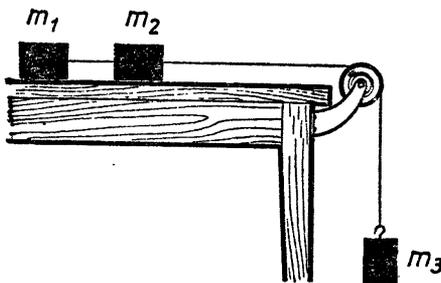


Рис. 31

201\*. Сила  $\vec{F}_1$  действует на тело  $A$  (рис. 26). Так как само тело действует на тело  $B$ , то последнее в свою очередь действует на тело  $A$  с силой  $\vec{F}_2$ . Равна ли нулю равнодействующая этих двух сил? Трением тел об опору пренебречь.

## 5. СИЛЫ ПРИРОДЫ

### Силы упругости

202. Подъемный кран поднимает сваю за один конец (рис. 27). Какие силы при этом действуют на сваю? Назовите их и изобразите на чертеже.

203. Упавший на пол мяч отскочил вверх. Какие силы действовали на мяч во время его падения и во время соприкосновения с полом?

204. Гирия стоит на столе. Какие силы уравниваются?

205. Когда к резиновому шнуру подвесили гирию, он удлинился. Назовите силы взаимодействия. К каким телам приложены эти силы?

206. На рисунке 28 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.

207. Два бруска массой  $m_1 = 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг, соединенные нитью, движутся без трения равноускоренно под действием силы  $F =$

= 1 Н (рис. 29). С каким ускорением движутся бруски? Какова горизонтальная сила упругости, действующая на брусок  $m_2$ ?

208. Автодрезина ведет равноускоренно две платформы. Сила тяги 1,78 кН. Масса первой платформы 12 т, второй 8,0 т. С какой силой упругости натянута сцепка между платформами?

209\*. Четыре бруска массой  $m$  каждый соединены нитями (рис. 30). К бруску 1 приложена сила  $F = 100$  Н. Определить горизонтальную силу упругости, действующую на брусок 3.

210\*. На рисунке 31  $m_1 = 2,0$  кг и  $m_2 = 3,0$  кг. Нить, связывающая тела  $m_1$  и  $m_2$ , выдерживает нагрузку не более 4,0 Н. Разорвется ли эта нить, если масса груза  $m_3$  будет 1,0 кг? Разорвется ли нить, если грузы  $m_1$  и  $m_2$  поменять местами?

### Сила всемирного тяготения

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

212. Как двигалась бы Луна, если бы исчезло тяготение между Луной и Землей? если бы исчезла орбитальная скорость Луны?

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

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

215. 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.

216. Массы Земли и планеты Плутон почти одинаковы, а расстояния их от Солнца относятся как 1 : 40. Найти отношение действующих на них сил тяготения к Солнцу.

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

218. На какое расстояние от центра Земли должен отлететь космический корабль по направлению к Луне, чтобы продолжить свой полет под преимущественным воздействием притяжения к Луне? Масса Земли в 81 раз больше массы Луны, а расстояние между их центрами составляет 60 земных радиусов  $R$ .

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

220. На какую высоту от поверхности Земли поднялся космический корабль, если приборы отметили уменьшение ускорения свободного падения до  $4,9$  м/с<sup>2</sup>?

221. Масса Луны примерно в 100 раз меньше массы Земли, а ее диаметр в 4 раза меньше диаметра Земли. Определить ускорение свободного падения на Луне.

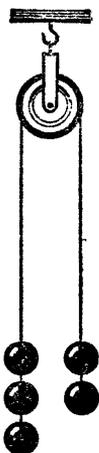


Рис. 32

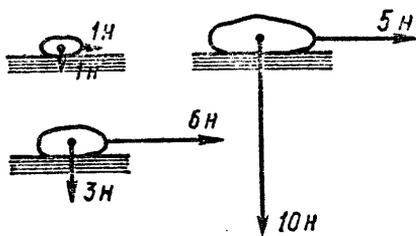


Рис. 33

222. Определить вес неподвижного тела, если его масса 2,0 кг; 400 г; 800 мг.

223. Веса неподвижных тел равны 1,0 Н, 49 Н. Определить их массы.

224. С каким ускорением движутся грузы (рис. 32), если массы их одинаковы?

225. На какой высоте  $H$  над полюсом Земли вес  $P$  тела будет вдвое меньше, чем на поверхности?

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

227. На рисунке 33 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.

228. Динамометром измеряют вес тел. Нельзя ли динамометром измерять массу тел?

### Сила трения

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

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

231. Зависимость силы трения от скорости тела показана на графике (рис. 34). Поясните график.

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

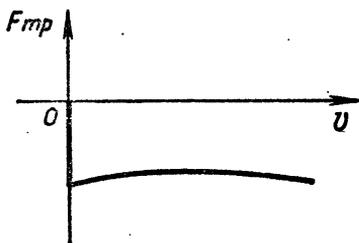


Рис. 34

233. Бетонную плиту весом  $120 \pm 1$  кН равномерно тащат по горизонтальной поверхности земли. Горизонтальная сила тяги  $54 \pm 1$  кН. Определить коэффициент трения.

234. Сани со стальными полозьями перемещают равномерно по льду, прилагая горизонтальное усилие 2,0 Н. Каков вес саней?

235. Полотняная горка (рис. 35) служит для очистки семян льна от

примесей; при этом примеси движутся по пологну вверх, а семена льна — вниз. Почему? С каким углом наклона нужно поставить горку, чтобы разделить на ней смесь семян с коэффициентами трения 0,60 и 0,80?

236. В работающем электрическом двигателе угольная щетка прижимается к медному коллектору с силой 5,0 Н. Определить силу трения.

237. К вертикальной стальной плите притянулся магнит весом 15Н. Коэффициент трения магнита о плиту 0,30. С какой наименьшей силой должен притягиваться магнит, чтобы он не скользил вниз?

238. Брусок весом 40 Н зажат между двумя досками силами по 50 Н (рис. 36). Коэффициент трения между поверхностью бруска и доской 0,50. Какую силу необходимо приложить к бруску, чтобы вытолкнуть его вниз? вытолкнуть вверх?

239. На полу лежат семь листов стали весом 50 Н каждый (рис. 37). 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.

240. Чтобы поднимать равномерно груз с помощью каната, перекинутого через балку, требуется усилие 270 Н, а чтобы груз равномерно опускался, сила, приложенная к канату, должна быть равна 250 Н. Определить вес груза и силу трения о балку.

241. 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?

242. В сельском хозяйстве применяются автомобили с дисковыми разбрасывателями удобрений. Какой должна быть наименьшая частота вращения диска (в об/мин), чтобы удобрение, поступающее на диск в 10 см от оси, разбрасывалось по полю? Коэффициент трения 0,90.

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

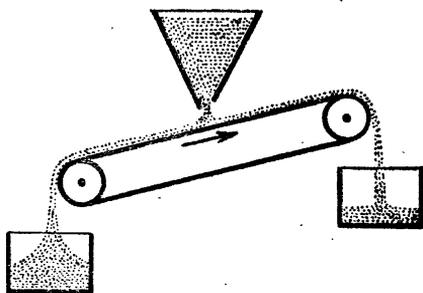


Рис. 35

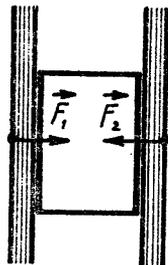


Рис. 36

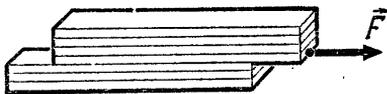


Рис. 37



Рис. 38

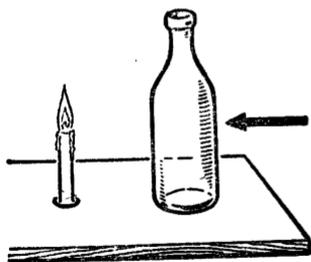


Рис. 39

244. Если перестать грести веслами, лодка скоро останавливается. Почему? Для чего спортивные лодки полируют?

245\*. Почему нагруженный корабль движется медленнее ненагруженного?

246. На реках СССР буксиры часто ведут баржи способом толкания (рис. 38). Почему это выгоднее, чем тянуть баржу на тросе?

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

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

249. Почему устоям речного моста придают обтекаемую форму?

250. Поставьте на стол бутылку и за ней горящую свечу (рис. 39). Подуйте на бутылку, свеча погаснет. Почему? Повторите опыт, заменив бутылку предметом другой формы, например книгой. Каков результат опыта в этом случае?

## 6. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ

### Движение тел под действием силы упругости

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

252. Сила, сообщающая телу центростремительное ускорение, выражается формулой  $F = \frac{mV^2}{R}$ . Какую линию представляет собой график зависимости силы  $F$ : 1) от массы тела  $m$ ; 2) от его линейной скорости  $V$ ; 3) от радиуса обращения  $R$ ? В каждом случае две остальные величины, входящие в формулу, считать постоянными.

253. Шарики массой 50 и 100 г связаны нитью. Расстояние между центрами шариков равно 12 см, и центры шариков расположены по разные стороны от оси прибора (рис. 40). На каком расстоянии от оси прибора должен находиться центр меньшего шарика, чтобы при вращении шарики не скользили по стержню?

254. Шнур выдерживает усилие не более 100 Н. На таком шнуре длиной 1,00 м приводят в круговое движение шар массой 2,0 кг в горизонтальной плоскости (рис. 41). Какой может быть максимальная скорость гири?

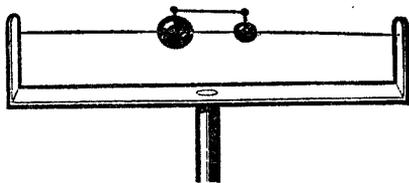


Рис. 40

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

255. Человек, масса которого 70 кг, находится в лифте. Определить вес человека: 1) перед началом подъема; 2) при подъеме с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>; 3) при движении с постоянной скоростью 5 м/с.

256. Канат удерживает тело весом не более 2500 Н. На канате поднимают груз массой 200 кг. При каком ускорении канат разорвется?

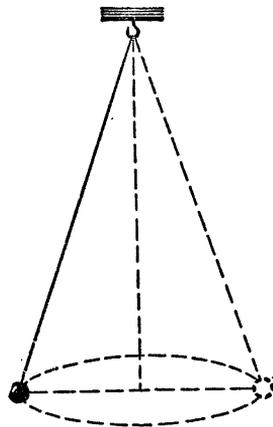


Рис. 41

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

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

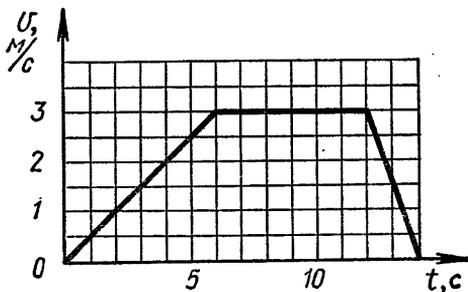


Рис. 42

259. Груз массой 15 т опускают в трюм парохода. График изменения скорости дан на рисунке 42. Определить силу натяжения троса в следующие промежутки времени: 1) от начала движения до конца шестой секунды; 2) от начала седьмой секунды до конца двенадцатой; 3) от конца двенадцатой секунды до конца четырнадцатой.

260. Лыжник массой 50 кг движется со скоростью 10 м/с по вогнутому, а затем выпуклому участкам дороги с радиусом кривизны 20 м. Определить вес лыжника в средней точке каждого участка.

261. Трактор массой 10 т проходит по мосту со скоростью 10 м/с. Какова сила давления трактора на середину моста, если мост: 1) плос-

кий; 2) выпуклый с радиусом кривизны 200 м; 3) вогнутый с таким же радиусом кривизны?

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

263. 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.

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

265. Гиря массой 500 г прикреплена к концу стержня длиной 100 см, который вращают в вертикальной плоскости с частотой 3,00 об/с. Какова сила натяжения стержня, когда гиря проходит самую высокую и самую низкую точки траектории?

266. Шар массой 4,0 кг прикреплен к концу стержня длиной 0,50 м, который вращают в вертикальной плоскости. Стержень разрывается при силе натяжения 90 Н. При какой угловой скорости произойдет разрыв стержня?

267\*. Шарик, привязанный к нити длиной 0,3 м, движется в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,15 м (см. рис. 41). Сколько оборотов в секунду делает шарик?

268. 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?

269. 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.

270. 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?

271. В руке находится гиря весом  $P$ . С каким ускорением нужно ее поднимать, чтобы вес увеличился до  $2P$ ? С каким ускорением ее надо опускать, чтобы она стала невесомой?

272. 1. 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?

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

273. Испытывает ли космонавт перегрузку, когда ракета массой 10 т стартует вертикально вверх, если двигатель развивает силу тяги 98 кН?

274\*. Какое максимальное ускорение можно сообщить космическому кораблю, чтобы вес космонавта был не более  $4P$ ? Рассмотреть три случая: при вертикальном взлете; при вертикальном спуске; при полете вне поля тяготения.

**Движение тела под действием силы тяжести.  
Движение тела, брошенного под углом к горизонту  
и горизонтально**

275. Каким образом достигается, что у автомобиля, предназначенного для поливки дорог, дальность выбрасываемых водяных струй различна (рис. 43)?

276. При движении дисковой бороны каждый диск вращается вследствие трения о почву. Отдельные частицы почвы, отрываясь от диска, движутся по траекториям, близким к параболическим (рис. 44). Объясните, почему высота и дальность траекторий различна.

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

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

279. Один спортсмен бросает мяч другому спортсмену, и при этом мяч летит по параболе в течение 1,0 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?

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

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

282\*. Самолет пикирует на цель под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 150 м/с и сбрасывает бомбу на высоте 600 м. На каком расстоянии от земли по горизонтальному направлению летчик освободил бомбу, если она поразила цель?

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

284. 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?

285. Камень брошен в горизонтальном направлении. Через 3,0 с вектор скорости относительно земли составил угол  $45^\circ$ . Какова начальная скорость камня?



Рис. 43

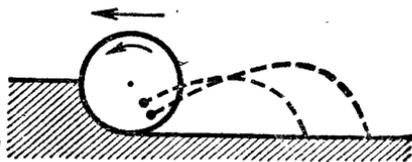


Рис. 44

286. Мяч, брошенный горизонтально с высоты 2,0 м над землей, упал на расстоянии 7,0 м. Найти начальную и конечную скорости мяча.

287. С крутого берега реки высотой 20,0 м бросают камень в горизонтальном направлении со скоростью 15 м/с. Через сколько времени камень упадет в воду? С какой скоростью он упадет в воду? Какой угол составит вектор конечной скорости камня с поверхностью воды?

288. Самолет летит горизонтально на высоте 8,0 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?

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

290. 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»?

291\*. Зажмите баллистический пистолет в штативе на некоторой высоте над поверхностью стола и измерьте эту 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 выстрелах вертикально вверх и горизонтально одинаковы.

## Искусственные спутники Земли

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

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

294. Какова первая космическая скорость для планеты, масса и радиус которой соответственно в 2 раза больше, чем у Земли?

295. Какую скорость должен иметь ИСЗ, чтобы он обращался по круговой орбите на высоте  $R$ ,  $2R$  и  $3R$  от поверхности Земли, если радиус земного шара  $R = 6400$  км?

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

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

297. 1. Искусственный спутник Земли имел круговую орбиту,

удаленную от поверхности Земли на 220 км. Определить скорость спутника и его период обращения.

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

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

2. В каком направлении и на какую высоту следует запустить искусственный спутник, чтобы он все время находился над одним и тем же пунктом Земли?

299\*. Какова средняя скорость движения Земли по орбите, если радиус орбиты  $1,5 \cdot 10^{11}$  м, а масса Солнца  $2,0 \cdot 10^{30}$  кг?

300\*. Луна движется вокруг Земли со скоростью 1,0 км/с. Радиус орбиты 384 000 км. Какова масса Земли?

### Движение тела под действием силы трения

301. С каким максимальным ускорением сможет двигаться по дороге велосипедист, если коэффициент трения скольжения 0,07, а коэффициент трения качения 0,02?

302. Велосипедист движется со скоростью 8,0 м/с. Какой путь проедет он после того, как перестанет вращать педали? Коэффициент трения 0,050.

303. 1. Сцепной вес у локомотива 1400 кН. Какого веса состав может вести этот локомотив по горизонтальному пути равномерно, если коэффициент сцепления<sup>1</sup> равен 0,30, а коэффициент трения состава 0,015?

2. Почему локомотивы не строят из прочного, но легкого сплава — дюралюминия?

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

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

306\*. Брусок массой 400 г движется горизонтально под действием силы 1,4 Н. Коэффициент трения 0,20. В некоторой точке скорость бруска 4,0 м/с. Какой будет его скорость на расстоянии 3,0 м от этой точки?

307. Автомобиль массой 1,5 т движется со скоростью 5,0 м/с. Определить среднее значение силы, действующей на автомобиль, когда он: 1) останавливается силами сопротивления в течение 1,0 мин; 2) затормаживается в течение 15 с; 3) останавливается, наткнувшись на препятствие, в течение 0,5 с.

<sup>1</sup> Коэффициент сцепления — это отношение силы трения между колесами ведущих осей и рельсами к сцепному весу локомотива, т. е. весу, приходящемуся на ведущие оси локомотива.

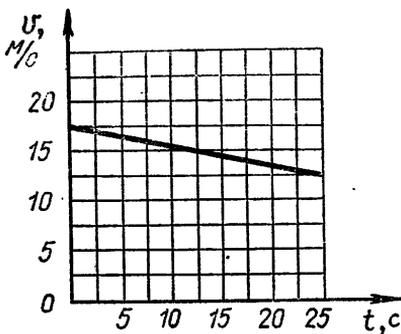


Рис. 45

на повороте с радиусом кривизны 150 м, чтобы его не «занесло», если коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен 0,42?

2. Почему на крутых поворотах в автомобиле может открыться плохо захлопнутая дверь?

### Движение тела под действием нескольких сил

311. С горки скатываются два вагона: один груженный, другой порожний. Какой из вагонов откатится дальше по горизонтальному участку пути после скатывания с горки? Рассмотреть два случая: 1) когда сопротивление воздуха не учитывается и 2) когда оно учитывается.

312. Длина наклонной плоскости 250 см, высота 25 см. Найти ускорение катящегося по ней шара.

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

314. Какую скорость приобретают сани, соскользнувшие 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?

316\*. Грузы, показанные на рисунке 46, имеют массы  $m_1 = 3,0 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 2,0 \text{ кг}$ . В какую сторону будут двигаться грузы и с каким ускорением? Какова сила натяжения шнура?

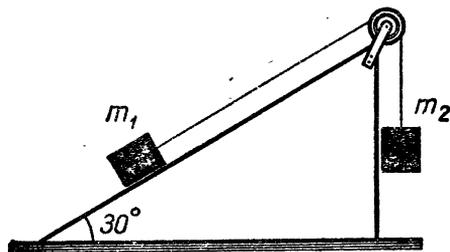


Рис. 46

308. Определить, пользуясь графиком, приведенным на рисунке 45, как движется поезд и какова сила тяги локомотива, если известно, что масса поезда 2500 т, а коэффициент трения 0,025.

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

310. 1. С какой наибольшей скоростью можно вести автомобиль

скоростью можно вести автомобиль

на повороте с радиусом кривизны 150 м, чтобы его не «занесло», если коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен 0,42?

2. Почему на крутых поворотах в автомобиле может открыться плохо захлопнутая дверь?

317. Под каким углом нужно наклонить кузов автомобиля-самосвала, чтобы сыпучий груз, находящийся в нем, высыпался? Коэффициент трения 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 0,60 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 7,0 км, достигла земли через 42,4 с. На сколько секунд увеличилось время падения бомбы из-за сопротивления воздуха?

322. Диск катится, наклонившись под углом  $60^\circ$  к горизонтальной площадке, и описывает дугу радиусом 6 м. Найти скорость движения диска.

323. 1. Определить угол, на который должен наклониться к дороге велосипедист, чтобы проехать поворот с радиусом кривизны 40 м при скорости 9,0 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 5,0 м/с? Предельный угол наклона к дороге  $60^\circ$ .

325. Трамвайный вагон массой 7,0 т идет со скоростью 4,0 м/с по кривой радиусом 120 м. Поперечного уклона нет. Найти силу давления внешнего рельса на реборду колеса. Как изменится сила давления, если вожатый увеличит скорость трамвая в 2 раза? в 3 раза?

326\*. Скорость движения поездов 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 ( $\approx 1,5 \text{ м}$ ).

## РАВНОВЕСИЕ СИЛ

### 7. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ

#### Равновесие невращающихся тел

327. 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?

328. 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  $60^\circ$ ?  $120^\circ$ ?

329. Может ли один человек при помощи каната перетянуть двоих, если прилагаемые усилия у всех троих одинаковы (рис. 47)? При каком условии это возможно?

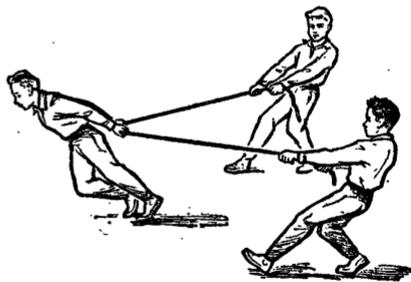


Рис. 47

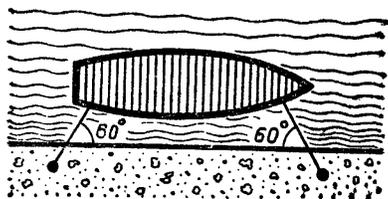


Рис. 48

330\*. 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?

331. Груз весом 100 Н лежит на наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Какую силу нужно приложить к грузу параллельно плоскости, чтобы удерживать его в равновесии? Найти силу реакции плоскости.

332\*. Вагонетка массой 2000 кг равномерно спускается по наклонному участку подвесной дороги. Найти силу натяжения тягового каната и силу давления вагонетки на несущий канат, составляющий с горизонтом угол  $30^\circ$ . Коэффициент трения колес о канат 0,003.

333. 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?

334. Баржа удерживается двумя канатами (рис. 48). С какой силой ветер действует на баржу, если каждый канат натянулся с силой 8,0 кН?

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

336. Определить силу тяги двигателя  $D$  (рис. 49) 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?

337. К кронштейну  $ABC$  (рис. 50) подвешен груз 87 Н. Угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определить силу упругости в стержнях  $BC$  и  $AC$ . Как будут изменяться эти силы с увеличением угла  $\alpha$ ?

338. Груз весом 100 Н подвешен к кронштейну  $ABC$  (см. рис. 50), у которого  $|AC| = 150$  мм и  $|BC| = 250$  мм. Определить силы упругости в стержне  $AC$  и подкосе  $BC$ .

339. Фонарь весом 43 Н укреплен на подвесе (рис. 51). Определить силы упругости стержня  $AB$  и троса  $BC$ .

340. Фонарь весом 40 Н подвешен (рис. 52) на шнурах  $|AD| = 100$  см,  $|DC| = |CB| = 200$  см. Каковы силы упругости, возникшие в шнурах  $AD$  и  $DC$ ?

341. Почему при резке изделие иногда выталкивается из ножниц (рис. 53)?

342. Буксир ведет две баржи (рис. 54). Почему в пути баржи приближаются друг к другу?

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

344. Груз массой 1,0 кг лежит на наклонной плоскости. Какова

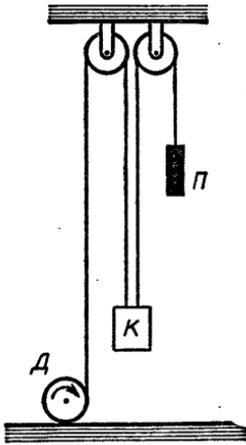


Рис. 49

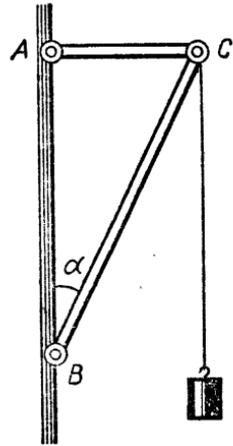


Рис. 50

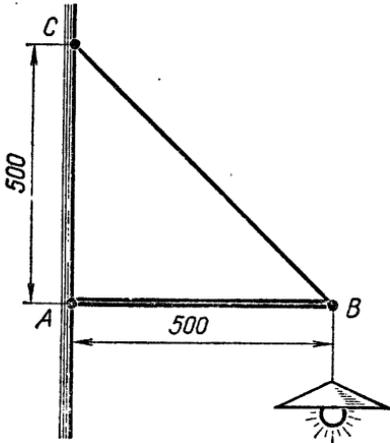


Рис. 51

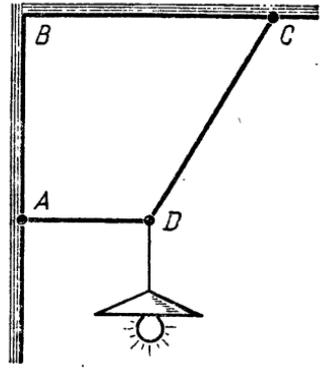


Рис. 52

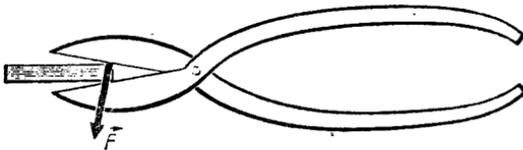


Рис. 53

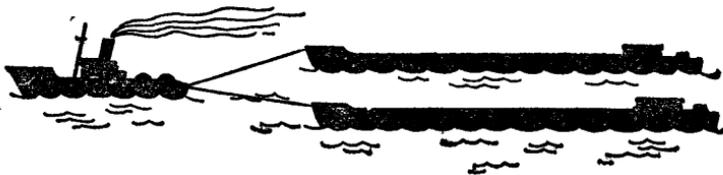


Рис. 54

сила реакции, если параллельно плоскости на груз действует сила трения покоя  $6,0 \text{ Н}$ ?

345. Почему не следует с помощью подъемного крана поднимать груз при косом положении троса? Какая сила будет вначале действовать на трос при подъеме груза массой  $5,0 \text{ т}$ , если он образует с вертикалью угол  $60^\circ$ ?

346\*. Груз массой  $20 \text{ кг}$  перемещают равномерно по горизонтальной дороге, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить эту силу, если коэффициент трения  $0,050$ .

347\*. Груз массой  $100 \text{ кг}$  равномерно перемещают по горизонтальной поверхности, прилагая силу под углом  $30^\circ$  к горизонту. Найти значение этой силы в двух случаях: когда груз тянут и когда его толкают. Коэффициент трения равен  $0,030$ . В каком случае можно прикладывать меньшую силу?

348. К трактору прицепляют сельскохозяйственное орудие так, чтобы точки прицепа трактора и орудия были на одном горизонтальном уровне. Что произойдет, если точка прицепа орудия окажется выше точки прицепа трактора? ниже точки прицепа?

### Равновесие тела с закрепленной осью вращения

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

350. На обод колеса (рис. 55) действует сила  $F = 2,0 \text{ Н}$ . Найти момент этой силы относительно оси  $O$ , если радиус колеса  $|OA| = 0,50 \text{ м}$ . 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?

351. Момент какой силы больше относительно оси болта (рис. 56), если силы по модулю равны?

352. В школьной модели цилиндра двигателя внутреннего сгорания поставьте поршень в положения, называемые «мертвыми точками». Нажмите на поршень и убедитесь, что это не вызывает вращения вала. Почему?

353. Болт подвешен на нити так, как показано на рисунке 57. Будут ли одинаковы массы частей болта, если болт распилить по линии касания нити?

354. Как, не пользуясь весами, определить массу линейки при помощи гири известной массы? Сделать это.

355\*. Чтобы сдвинуть с места рядом стоящие ящики, применили лом (рис. 58). Какой из ящиков раньше сдвинется с места, если ящики одинаковы? Ответ объяснить и проверить его на двух одинаковых брусьях.

356. Длина горизонтально установленного рычага с грузами  $2,5$  и  $4,0 \text{ Н}$  на концах равна  $52 \text{ см}$ . Найти плечи сил тяжести грузов и силу давления рычага на точечную опору. Массу самого рычага не учитывать.

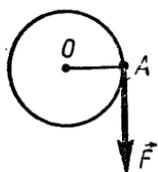


Рис. 55

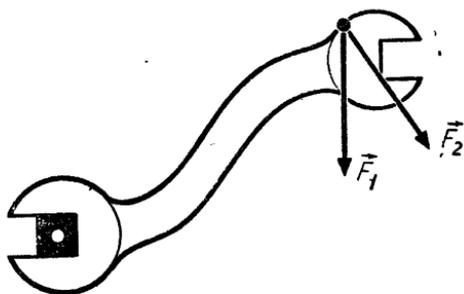


Рис. 56

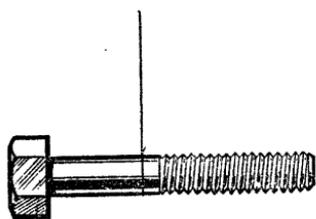


Рис. 57

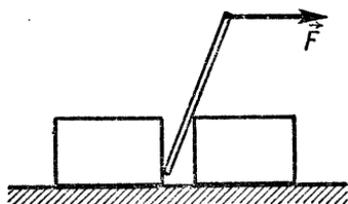


Рис. 58

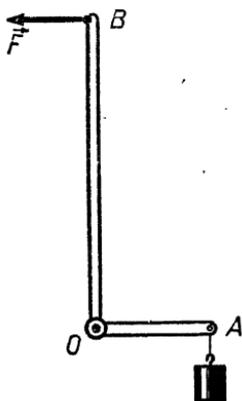


Рис. 59

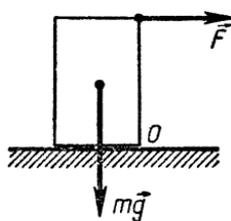


Рис. 60

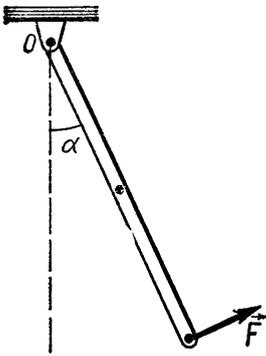


Рис. 61

357. Какие грузы уравновешены на концах рычага, если плечи их 500 и 700 мм, а сила давления на точечную опору 78,0 Н?

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

359. Груз весом 100 Н удерживается в равновесии на коленчатом рычаге силой  $\vec{F}$  (рис. 59). Найти модуль силы  $\vec{F}$ , если  $|OA| = 20$  см и  $|OB| = 50$  см.

360. Брусок массой 10 кг нужно опрокинуть через ребро  $O$  (рис. 60). Найти модуль необходимой для этого силы  $\vec{F}$ , если ширина бруска 50 см, а высота 75 см.

361. Стержень закреплен шарнирно в точке  $O$  (рис. 61). Сила  $\vec{F}$  вызывает его отклонение от вертикального положения на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Какова масса стержня, если  $F = 2,5$  Н?

362. Изменится ли положение центра тяжести стержня относительно составляющих его частиц, если стержень поднять? наклонить? согнуть в дугу? если изменить систему отсчета?

363. Два куска проволоки длиной 10 см каждый скрепили так, что образовался каркас: 1) в форме буквы  $T$ ; 2) в форме буквы  $\Gamma$ . Найти положение центра тяжести каждого каркаса.

364. Найти положение центра тяжести каждой из однородных пластин, форма которых и размеры (в сантиметрах) показаны на рисунках 62,  $a$ ,  $b$ .

365. Два шара весом 30 и 50 Н прикреплены к концам стержня весом 20 Н. Найти центр тяжести системы, если радиус первого шара 5 см, второго 7 см, а длина стержня 30 см.

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

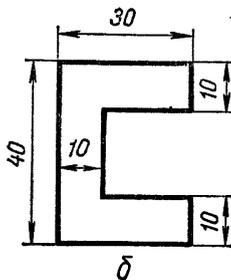
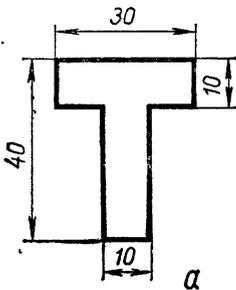


Рис. 62

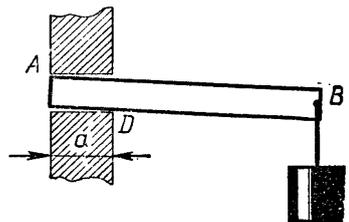


Рис. 63

367. Два шара массой 100 г и 200 г находятся на оси координат. Координаты центров этих шаров равны 40 и 50 см. Определить координату центра масс системы.

368. Передняя колесная пара трактора давит на почву силой 7,5 кН, а задняя — силой 2,8 кН. Какова сила тяжести трактора и где находится его центр тяжести, если расстояние между осями равно 2170 мм?

369. 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.

370. 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.

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

372. В стену толщиной  $a = 50$  см заделана балка  $AB$  длиной 2,5 м (рис. 63). К концу  $B$  балки подвешен груз массой 3 т. Пренебрегая весом балки, определить силы давления на стену, считая, что они приложены в точках  $A$  и  $D$  (балка немного перекошена).

373\*. 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? (Узнать из опыта.)

374\*. 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.

### Устойчивость равновесия тел

375. Как следует переносить лист оконного стекла: поддерживая одной или двумя руками (рис. 64)?

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

377. Что устойчивее: цилиндр или конус, если масса, высота и площадь основания у них одинаковы (рис. 65)?

378. Рассмотрите школьный штатив, весы, мензурку, жидкостный

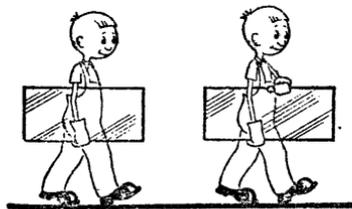


Рис. 64



Рис. 65

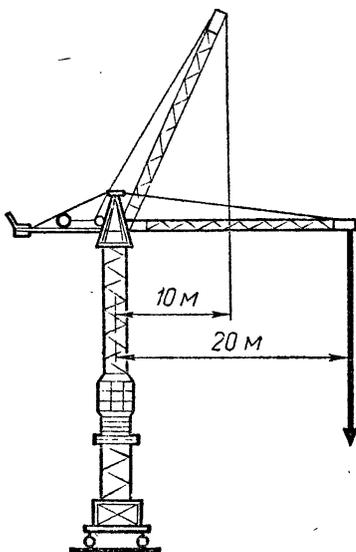


Рис. 66

манометр и пр. и объясните, как достигнута повышенная устойчивость этих приборов. Как бы вы увеличили устойчивость штатива?

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

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

381. Почему подъемный кран (рис. 66) не опрокидывается под действием груза? Почему без груза кран не опрокидывается под действием противовеса?

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

383. Грузоподъемность крана (см. рис. 66) при вылете стрелы 20 м равна 15 кН. Какой будет грузоподъемность при вылете стрелы 10 м?

384\*. На столе стоит цилиндр, высота  $H$  которого вдвое больше его диаметра  $D$ . Один край стола постепенно приподнимают. Что произойдет раньше: опрокидывание цилиндра или его соскальзывание? Коэффициент трения покоя  $\mu_0 = 0,6$ .

## ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

### 8. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

#### Сила и импульс

385. Мяч массой 200 г летит со скоростью 5,0 м/с. Найти импульс мяча.

386. Пуля массой 10 г пробилла 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, не меняя скорости по модулю. Определить изменение импульса шарика.

388. Тело массой 1,0 кг движется равномерно по окружности со скоростью 2 м/с. Определить изменение импульса тела после того, как оно пройдет четверть окружности.

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

390. Молоток, двигаясь со скоростью 5,0 м/с, ударяет по небольшому гвоздю. Масса молотка 0,80 кг. Какова средняя сила удара, если его продолжительность 0,10 с?

391. Молоток массой 10 кг свободно падает на наковальню с высоты 1,25 м. Сила удара 5,0 кН. Какова длительность удара?

392. 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.

393. Через сколько времени остановится автомобиль массой 1000 кг, движущийся со скоростью 72 км/ч, если выключить двигатель? Средняя сила сопротивления движению 0,20 кН.

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

395. 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**

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

397. В неподвижной лодке на носу и корме сидят два одинаковых по массе человека. Сдвинется ли лодка с места и в каком направлении: 1) если человек с кормы перейдет на нос лодки; 2) если оба человека, одновременно пройдя по лодке, поменяются местами?

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 воды?

400. Вагон массой 25 т движется со скоростью 2,0 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 8,0 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 шаром. Какова будет скорость их совместного движения, если второй шар перед столкновением: 1) был неподвижен; 2) двигался навстречу с такой же по модулю скоростью, что и первый; 3) двигался в том же направлении, что и первый шар, но в 2 раза медленнее?

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

404. Лодка массой 10 кг плывет без гребца вдоль пологого берега со скоростью 1,0 м/с. Мальчик массой 50 кг переходит с берега в

лодку со скоростью 2,0 м/с так, что векторы скорости лодки и мальчика составляют прямой угол. Определить скорость лодки с мальчиком.

### Реактивное движение

405. Почему при выстреле ружье отбрасывается назад? Почему советуют при выстреле ружье крепче прижать к плечу?

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

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

408. Какую скорость получит ракета относительно Земли, если масса мгновенно выброшенных газов составит 0,2 массы неподвижной ракеты, а их скорость равна 1 км/с?

409. В ракете общей массой 600 г содержится 350 г взрывчатого вещества. На какую высоту поднимется ракета, если выход газов произойдет со скоростью 300 м/с мгновенно? Сопротивление воздуха уменьшает высоту подъема в 6 раз.

410. 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.

411. Топливо в ракете сгорает в течение 2,0 с, сообщая ракете ускорение  $2g$ . На какую высоту поднимется ракета? Сколько времени она будет подниматься вверх и опускаться вниз?

412. От двухступенчатой ракеты (рис. 67) 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.

### 9. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

413. Определить работу силы при равномерном поднятии груза массой 2,0 т на высоту 50 см.

414. Гвоздик массой 100 мг подняли с пола на стол, высота которого 75,0 см. Определить совершенную работу.

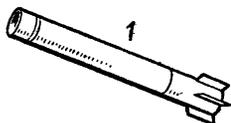


Рис. 67

415. Кран поднимает груз 20 кН. Найти совершенную работу за первые 5,0 с, если скорость поднятия 30 м/мин,

416. На графике (рис. 68) сила тяги тепловоза  $F$  представлена как функция расстояния. Определить работу тепловоза на пути 1,5 км.

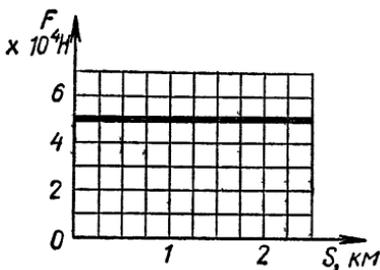


Рис. 68

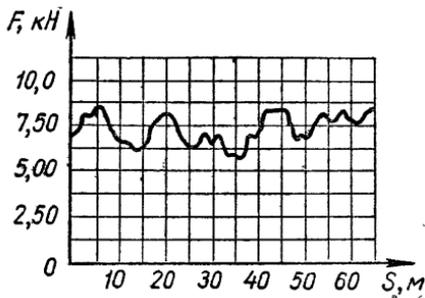


Рис. 69

417. На графике (рис. 69) показано значение силы тяги трактора как функция расстояния. Определить работу трактора на пути 50 м.

418. Будет ли полезная механическая работа отлична от нуля, если подъемный кран: 1) поднимет с земли груз; 2) будет держать груз некоторое время на весу в покое; 3) поднимет груз с земли и сразу опустит на землю; 4) пронесет груз в горизонтальном направлении на некоторое расстояние?

419. 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.

420. Какую работу нужно совершить при равномерном поднятии груза 500 кг до верхнего края наклонной плоскости длиной 4,0 м, если угол ее наклона к горизонту  $30^\circ$ ? Трение не учитывать.

421. С баржи по сходне длиной 5,0 м равномерно спускают груз. Тормозной трос направлен под углом  $150^\circ$  к направлению движения груза. Определить работу тормозящей силы, равной 1,0 кН.

422. Под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3,0 и 4,0 Н тело равномерно переместилось на 20 м по направлению равнодействующей. Найти работу каждой силы в отдельности и их совместную работу.

423. Груз поднимают с помощью блока на некоторую высоту: 1) равномерно, 2) равноускоренно. Одинаковая ли работа совершается при этом?

424. 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 установившейся скоростью. Почему?

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

426. Груз массой 50 кг поднимают вверх с ускорением  $1,25 \text{ м/с}^2$ . Найти произведенную работу на участке пути 10 м.

427. Лифт массой 10 т поднимается с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить работу по поднятию лифта за первые 4 с движения.

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

429. Какую работу придется совершить, чтобы тело массой 20 г переместить по горизонтали из состояния покоя равноускоренно на 45 м за 3,0 с? Трение не учитывать.

430. Какую работу нужно совершить, чтобы скорость вагона массой 60 т увеличить с 2,0 до 60 м/с?

431. Вагонетка канатной подвесной дороги массой 10 т поднимается с ускорением  $0,40 \text{ м/с}^2$  под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить работу по подъему вагонетки за первые 5,0 с движения.

432. Футбольный мяч массой 800 г летит со скоростью 5 м/с и ударяется в штангу ворот. Какова была кинетическая энергия мяча? Решить эту же задачу при условии, что удар был принят вратарем, бежавшим навстречу мячу со скоростью (относительно земли) 5 м/с.

433. Тело массой 2,0 кг свободно падает в течение 6 с. Определить кинетическую энергию тела в конце падения.

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

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

436. 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?

437. Определить, какой кинетической энергией обладает снаряд пружинного пистолета в момент выстрела. (Даются динамометр и линейка.)

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

439. Молотком массой 0,40 кг вбивают небольшой гвоздь. Скорость молотка при ударе 2,0 м/с. Определить среднюю силу сопротивления, если за один удар гвоздь вошел в доску на глубину 50 мм.

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

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

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

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

446. 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.

447\*. Автомобиль массой 8,0 т движется со скоростью 36 км/ч. Определить тормозной путь на горизонтальном участке пути. Чему равен тормозной путь на подъеме и на спуске, если крутизна уклона  $\operatorname{tg} \alpha = 0,070$ ? Силу сопротивления во всех трех случаях считать равной 25 кН.

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

449. Тело массой 1,0 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?

450. 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?

451\*. Скорость тела массой 10 кг увеличили: 1) от 10 до 20 м/с; 2) от 20 до 30 м/с. Вычислить работу в обоих случаях. Результаты вычислений сопоставить и объяснить.

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

### **Работа силы тяжести. Потенциальная энергия тела, на которое действует сила тяжести**

453. Высота комнаты 3,0 м, высота стола 0,75 м. На столе стоит гири массой 2,0 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. 70) весом 10 кН, висящий на тросе длиной 8,0 м, отведен в сторону на расстояние 2,0 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 4,0 Н. На сколько опустится свободный конец рычага, если потенциальная энергия груза в результате его подъема увеличилась на 1,2 Дж?

457. Груз поднимают по наклонной плоскости 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. Для чего подъем на крутые горы делается зигзагами (по серпантину)?

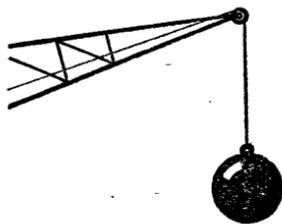


Рис. 70

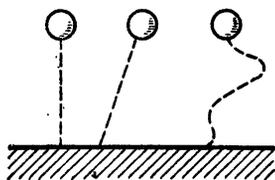


Рис. 71

459. Разновидностью какого простого механизма является винт?

460. Три одинаковых груза подняты на одну и ту же высоту. Траектория движения грузов показана на рисунке 71. Сравнить изменения потенциальной энергии грузов и значения работы, совершенной при их подъеме.

461. Камень массой 0,20 кг падает с высоты 5,0 м, вдавливаясь в мягкий грунт на 5,0 см. Чему равна средняя сила сопротивления грунта?

462. 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.

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

### Работа силы упругости. Потенциальная энергия упруго деформированного тела

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

465. Коэффициент жесткости резинового шнура 1,0 кН/м. Определить потенциальную энергию шнура, когда его упругое удлинение составляет 6 см.

466. Растяните пружину лабораторного динамометра до последней отметки шкалы. Вычислите потенциальную энергию растянутой пружины и ее коэффициент жесткости.

467. Резиновый шнур длиной 1,0 м под действием груза 10 Н удлинился на 10 см. Найти работу силы упругости.

468. 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?

469. Пружину растягивают на 2 см, а затем еще на 1 см. Изобразить произведенные работы графически на координатной плоскости  $x, F$ . В каком случае совершается бóльшая работа?

470\*. При упругом удлинении спиральной пружины на 10,0 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.

### 10. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ПОЛНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

471\*. Тело массой 1,0 кг брошено вертикально вверх с начальной скоростью 50 м/с. Начертить на одной координатной плоскости график изменения со временем кинетической, потенциальной и полной механической энергии тела.

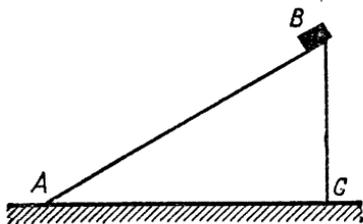


Рис. 72

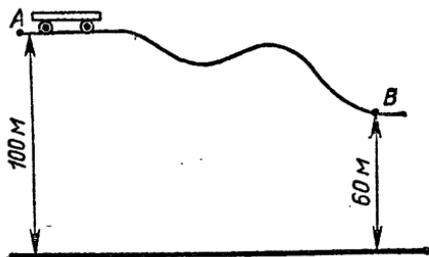


Рис. 73

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

473. Тело находится у верхнего края наклонной плоскости  $ABC$  (рис. 72). Один раз ему дают соскользнуть по наклонной плоскости из точки  $B$  в точку  $A$ . Другой раз его сдвигают с наклонной плоскости, и оно падает вниз до точки  $C$ . Одинаковыми ли будут скорости тела в обоих случаях к концу движения (в точках  $A$  и  $C$ )? Трением пренебречь.

474. Тележка движется из состояния покоя по рельсовой дороге с вертикальным профилем, показанным на рисунке 73. Какова скорость тележки в точке  $B$ ?

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

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

477. Камень брошен с высоты 2,0 м под некоторым углом к горизонту с начальной скоростью 6,0 м/с. Найти скорость камня в момент падения на землю.

478. Шарик скользит по наклонному желобу, переходящему в вертикальную петлю с радиусом 1,0 м. С какой высоты шарик должен начать движение, чтобы не оторваться от желоба в верхней точке петли?

### Работа силы трения и механическая энергия. КПД

479. При перемещении груза массой 10 г по горизонтальной поверхности силой трения произведена работа —49 Дж. На какое расстояние был перемещен груз, если коэффициент трения равен 0,50?

480. Выбег автомобиля (путь, пройденный 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.

481. Найти работу, которую нужно совершить, чтобы поднять на высоту 5,0 м груз массой 2,0 т, двигая его по наклонной плоскости,

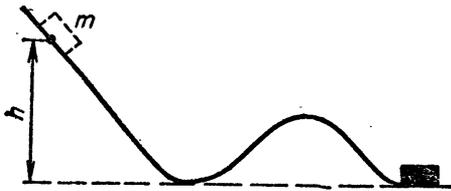


Рис. 74

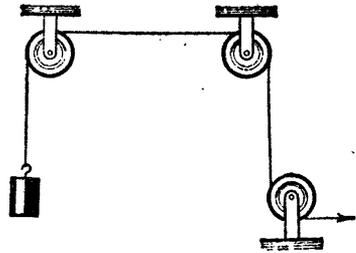


Рис. 75

составляющей с горизонтом угол  $30^\circ$ . Коэффициент трения равен 0,50.

482. Поезд, масса которого 4000 т, трогается с места и движется с ускорением  $0,20 \text{ м/с}^2$  в течение 1,5 мин. Найти работу локомотива при разгоне, если коэффициент сопротивления 0,05.

483. 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?

484. 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.

485. По наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  перемещают равномерно вверх груз  $P$ . Коэффициент трения 0,40. Каков КПД наклонной плоскости?

486. По наклонному помосту длиной 8,0 м и высотой 1,6 м поднимают груз массой 225 кг. Коэффициент трения 0,10. Найти полезную работу, полную работу и КПД.

487. Определить КПД модели подъемной установки (рис. 75), если КПД каждого блока 0,90. Сколько энергии расходуется на преодоление трения в блоках при подъеме груза массой 1,0 кг на высоту 1,0 м?

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

### Мощность

489. Первый электродвигатель, построенный академиком Б. С. Якоби в 1834 г., равномерно поднимал (с помощью блока и нити) груз 50 Н на высоту 0,60 м за 2,0 с. Определить мощность этого двигателя.

490. В районе Волжской ГЭС имени В. И. Ленина протекает  $9,0 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  воды в 1 с при напоре 26 м. Определить мощность потока.

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

492. Автомобиль весом 15 кН движется с постоянной скоростью 27 км/ч. Коэффициент сопротивления 0,020. Какую мощность развивает двигатель и какую работу он совершает на каждом километре пути?

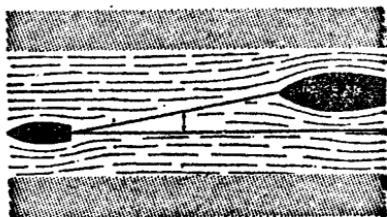


Рис. 76

493. При движении автомобиля, имеющего массу 2000 кг, со скоростью 60 км/ч двигатель развивает мощность 120 кВт. Каким может быть при этой скорости максимально возможное ускорение автомобиля?

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

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

496\*. Тепловоз мощностью 1500 кВт ведет на подъеме поезд массой 2500 т. Какой максимальный подъем он может преодолеть при скорости 36 км/ч, если коэффициент сопротивления 0,0050?

497. Двигатель экскаватора работает: 1) при заборе грунта 4 с с мощностью 60 кВт; 2) при подъеме ковша 3 с с мощностью 30 кВт; 3) при повороте стрелы 3 с с мощностью 10 кВт. Постройте график мощности как функцию времени и по графику найдите работу двигателя за один цикл.

498. Полезная мощность пескоструйного аппарата 0,036 Вт. Определить расход песка в 1 с, если струя песка выбрасывается со скоростью 1,0 м/с.

499. 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 кВт.

500. Какую среднюю мощность развивает при взлете двигатель самолета, если он отрывается от земли при скорости 360 км/ч? Масса самолета 170 т, средний коэффициент трения 0,05, длина разбега при взлете 3000 м.

### Превращение энергии. Движение жидкости по трубам. Закон Бернулли

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

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

503. На завод часов затрачивается 1 мин. После этого часы рабо-



Рис. 77

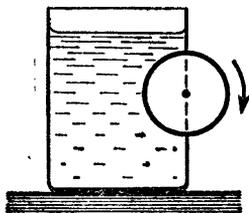


Рис. 78

тают сутки. Не нарушается ли в этом случае закон сохранения энергии?

504. На рисунке 77 приведена схема «вечного двигателя», в котором колесо будет все время вращаться под действием перекачивающих шариков. Так ли это?

505. В стенке сосуда сделан вырез, в который вставлен деревянный цилиндр на оси (рис. 78). Не будет ли он вращаться под действием архимедовой силы? Не является ли такое устройство «вечным двигателем»?

506. На электростанции в топке парового котла сжигают уголь; в котле образуется пар, приводящий в действие паровую турбину с электрическим генератором. Вырабатываемая электроэнергия питает электродвигатель насоса, перекачивающего воду из реки в водонапорную башню. Перечислить по порядку все превращения энергии в этом процессе.

507. Существует ли «вечное движение»? Существует ли «вечный двигатель»?

508. Почему струя воды, вытекающая из водопроводного крана, книзу постепенно суживается?

509. На рисунках 79, а, б показаны две вытяжные трубы для удаления с завода древесных опилок. Одна из труб была непригодна для работы, так как забивалась опилками. Какая это труба и почему она не работала?

510. В трубе переменного сечения в сечении площадью  $15 \text{ см}^2$  скорость потока воды  $2,0 \text{ м/с}$ . Определить скорость в сечении площадью  $10 \text{ см}^2$ .

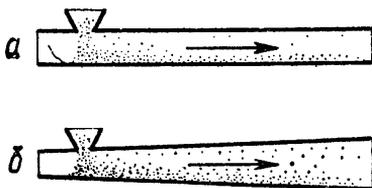


Рис. 79

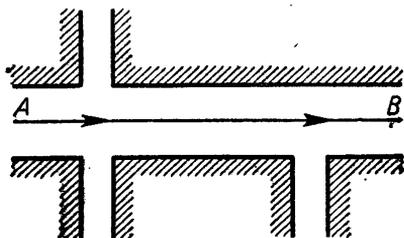


Рис. 80

511. В гидравлическом прессе площадь малого поршня  $2,0 \text{ см}^2$ , а большого  $500 \text{ см}^2$ . С какой скоростью будет подниматься большой поршень, если малый опускаться со скоростью  $25 \text{ см/с}$ ?

512. Как объяснить, что два судна, стоящие рядом на якоре в текущей воде, сближаются?

513. Вдоль улицы  $AB$  дует ветер (рис. 80). Почему в боковых улицах тоже возникает ветер? В каком направлении?

514. Что произойдет, если под одну из чашек уравновешенных весов направить струю воздуха из трубки? Ответ проверьте на опыте.

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

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

517\*. Почему нагруженный самолет летит медленнее ненагруженного?

## II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

### 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

518. Какие из названных процессов можно рассматривать как тепловые явления: 1) нагревание тел, 2) падение тел, 3) трение тел, 4) столкновение тел, 5) деформация тел, 6) испарение жидкостей, 7) излучение света лампой накаливания?

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

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

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

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

523. Сколько молекул содержится при нормальных условиях в  $0,40 \text{ кг}$  гелия?  $0,60 \text{ кг}$  окиси азота ( $\text{NO}$ )?

524. Масса капельки воды  $10^{-10} \text{ г}$ . Из скольких молекул она состоит?

525. Сколько молекул содержится в  $1,0 \text{ кг}$  водорода, находящегося при нормальных условиях? в  $1,0 \text{ кг}$  кислорода?

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

527. Доказать, что при нормальных условиях в  $1 \text{ м}^3$  водорода и  $1 \text{ м}^3$  окиси углерода содержится одинаковое число молекул.

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

529. Происходит ли тепловое движение в 1) кусочке льда, 2) пылинке, 3) воде в стакане, 4) молекуле водорода, 5) моле водорода, 6) электроны, 7) атомном ядре?

530. 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?

## 2. МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

### Макроскопические параметры

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

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

533. Оболочка  $ABCD$  (рис. 81) наполнена сжатым газом. Одинаковы ли давления и силы давления на стенки  $AB$  и  $CD$ ? Если силы давления не одинаковы, то почему оболочка не получает ускорения в сторону действия большей силы?

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

535. Находится ли в состоянии теплового равновесия воздух в жилой комнате?

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

537. 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 замерзает?

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

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

540. 1. На рисунке 82 изображены шкалы трех термометров. Определить цену деления на каждой шкале. Числовые отметки даны в градусах.

2. Почему разность температур можно точно измерить, используя и неточный термометр?

### Закон Бойля — Мариотта

541. Применим ли закон Бойля — Мариотта к двум состояниям воздуха в игрушечном резиновом шаре в процессе его надувания?

542<sup>1</sup>. При давлении  $1,04$  МПа объем воздуха в цилиндре под порш-

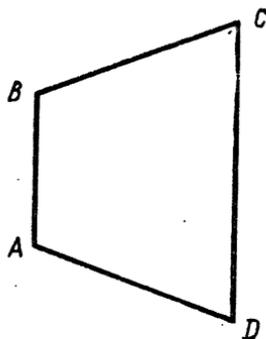


Рис. 81

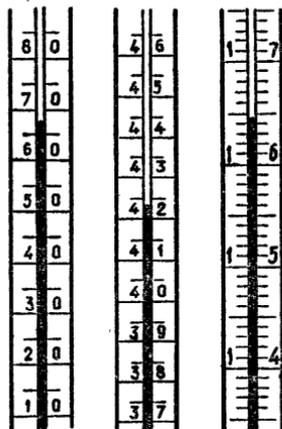


Рис. 82

<sup>1</sup> В задачах 542 — 557 процессы происходят при постоянной температуре.

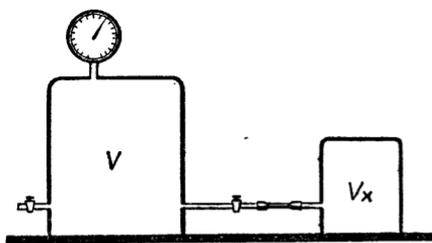


Рис. 83

545. Сосуд, содержащий 5,0 л воздуха, под нормальным давлением соединяют с пустым сосудом вместимостью 4,5 л, не содержащим воздуха. Найти давление воздуха, установившееся в сосудах.

546. К волюмометру<sup>1</sup> (рис. 83), содержащему 5000 см<sup>3</sup> 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?

547. Воздух нагнетают в пустой баллон вместимостью 40 л. За какое время он будет накачан до давления 1,5 МПа, если компрессор засасывает 5,0 м<sup>3</sup> атмосферного воздуха в минуту?

548. 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.

нем 5,0 л. Найти его объем при давлении 1,00 МПа.

543. 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?

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

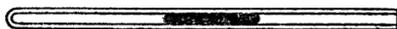


Рис. 84

549\*. 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?

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

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

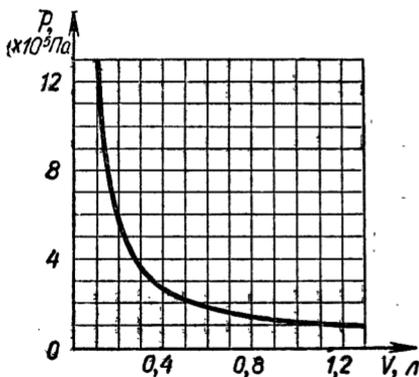


Рис. 85

<sup>1</sup> Волюмометр — прибор для измерения вместимости сосудов без помощи воды.

552. Стеклянная трубка, запаянная с одного конца, находясь в горизонтальном положении (рис. 84), 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: 1) открытым концом вверх; 2) открытым концом вниз? Давление атмосферы  $1,00 \text{ МПа}$ .

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

554. При каком давлении плотность водорода при  $0^\circ\text{C}$  равна плотности неона при нормальных условиях?

555. При каком давлении плотность кислорода при  $0^\circ\text{C}$  сравняется с плотностью воды при нормальных условиях?

556. Пользуясь графиком зависимости между объемом водорода и давлением (рис. 85), определить массу газа. Температура  $0^\circ\text{C}$ .

557. 1. Нарисовать изотерму идеального газа в координатах:  $p, V; p, T; V, T$ .

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

### Закон Гей-Люссака

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

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

560. В цилиндре под поршнем изобарически охлаждают  $10 \text{ л}$  газа от  $323 \text{ К}$  до  $273 \text{ К}$ . Каков объем охлажденного газа?

561. Газы, выходящие из топки в трубу, охлаждаются от  $1150$  до  $200^\circ\text{C}$ . Во сколько раз уменьшается их объем?

562. Наружный воздух, поступающий зимой через вентиляционную камеру в туннель метрополитена, предварительно подогревают. Во сколько раз изменяется объем воздуха при его подогревании от  $-20$  до  $+30^\circ\text{C}$ ?

563. Открытая стеклянная колба вместимостью  $250 \text{ см}^3$  нагрета до  $127^\circ\text{C}$ . После этого ее горлышко опущено в воду (рис. 86). Сколько граммов воды войдет в колбу, если она охладится до  $7^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное. Вместимость колбы считать постоянной.

564. До какой температуры нужно нагреть воздух, содержащийся в открытой колбе при  $20^\circ\text{C}$ , чтобы плотность воздуха уменьшилась в 2 раза?

565. Начертить изобару идеального газа в координатах:  $p, V; p, T; V, T$ .

566\*. В колбе находится смесь кислорода и водорода. Парциальное давление кислорода равно  $7,0 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , а водорода  $5,0 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Каково давление смеси?

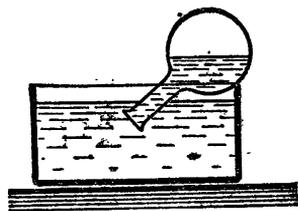


Рис. 86

567\*. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде находится 1,5 л азота при давлении  $4,0 \cdot 10^5$  Па, в другом 3,0 л кислорода при давлении  $2,5 \cdot 10^5$  Па. Какое установится давление в сосудах, если открыть кран? Температура газов постоянна.

### Закон Шарля

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

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

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

571. 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  $20^\circ\text{C}$ .

572. Баллон, наполненный воздухом при нормальных условиях, закрыт клапаном площадью  $10 \text{ см}^2$  и весом  $20,0 \text{ Н}$ . До какой температуры нужно нагреть воздух в баллоне, чтобы он открыл клапан?

573\*. Кислород при температуре  $100^\circ\text{C}$  и давлении  $1,0 \cdot 10^5$  Па изотермически сжат до давления  $1,5 \cdot 10^5$  Па. До какой температуры нужно изохорически охладить этот газ, чтобы давление понизилось до  $1,0 \cdot 10^5$  Па?

574. Начертить изохору идеального газа в координатах:  $p, V$ ;  $p, T$ ;  $V, T$ .

### Уравнение состояния идеального газа

575. В баллоне содержится 40 л газа при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении 1,5 МПа. Привести объем газа к нормальным условиям.

576. При температуре  $-20^\circ\text{C}$  и давлении 780 МПа объем воздуха равен 12 л. Привести объем воздуха к нормальным условиям.

577. Водород при  $15^\circ\text{C}$  и давлении  $1,33 \cdot 10^5$  Па занимает объем 2,0 л. Газ сжали до объема 1,5 л и температуру повысили до  $30^\circ\text{C}$ . Каким стало давление?

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

579. 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  $5,0 \cdot 10^5$  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  $1,0 \cdot 10^5$  Па?

580\*. Воздух, находящийся в упругой оболочке при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $1,0 \cdot 10^5$  Па, занимает объем 2,0 л. Какой объем займет этот воздух под водой на глубине 136 м, где температура  $4^\circ\text{C}$ ?

581. При нагревании газ переведен из состояния 1 в состояние 2 (рис. 87). Как изменился при этом объем газа?

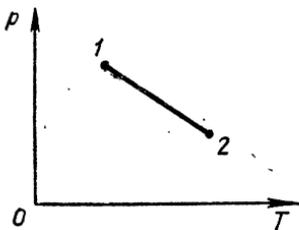


Рис. 87

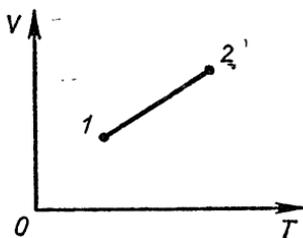


Рис. 88

582. При нагревании газ переведен из состояния 1 в состояние 2 (рис. 88). Как изменилось при этом давление?

### Уравнение Клапейрона — Менделеева

583. Какой объем занимает 1 кмоль газа при давлении 1,0 МПа и температуре 100°C?

584. Имеется 12 л углекислого газа под давлением  $9,0 \cdot 10^5$  Па и температуре 288 К. Найти массу газа.

585. В сосуде вместимостью 500 см<sup>3</sup> содержится 0,89 г водорода при температуре 17°C. Найти давление газа.

586. При какой температуре 1,0 л воздуха имеет массу 1,0 г? Давление нормальное.

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

588. Сколько весит водород, заполняющий воздушный шар объемом 1400 м<sup>3</sup> при давлении  $9,6 \cdot 10^4$  Па и температуре 7,0°C?

589. В баллоне содержится 2 кг газа при 270 К. Какое количество газа (по массе) нужно удалить из баллона, чтобы при нагревании до 300 К давление осталось прежним?

590. В помещении объемом 20 м<sup>3</sup> температура воздуха снизилась от 20 до 0°C. Атмосферное давление нормальное. Почему и на сколько увеличилась масса воздуха в помещении?

591. Газ в сосуде находится под давлением  $2,0 \cdot 10^5$  Па при температуре 127°C. Определить давление газа после того, как половина массы газа выпущена из сосуда и температура понижена на 50°C.

592. Объем помещения 50 м<sup>3</sup>. Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение при температурах 0 и 40°C? Давление нормальное. Молярную массу воздуха принять равной 0,029 кг/моль.

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

594. Вычислить плотность водорода и кислорода при нормальных условиях. Результаты вычислений сравнить с табличными данными.

595. Какова плотность гелия при температуре 127°C и давлении  $8,3 \cdot 10^5$  Па?

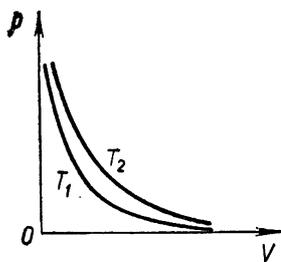


Рис. 89

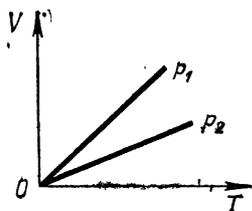


Рис. 90

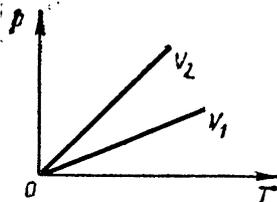


Рис. 91

596. Плотность воздуха при нормальных условиях 1,3 г/л. Какова плотность воздуха при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  и давлении  $4,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

597. Каким должно быть давление воздуха, чтобы при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  его плотность была нормальной?

598. Какой должна быть температура воздуха, чтобы при давлении  $5,0 \cdot 10^4 \text{ Па}$  его плотность была нормальной?

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

600\*. В баллоне вместимостью 110 л помещено 0,85 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ .

601\*. Смесь состоит из 32 г кислорода ( $\text{O}_2$ ) и 22 г углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). Какова ее плотность при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении  $1,0 \times 10^5 \text{ Па}$ ?

602\*. На рисунке 89 представлены две изотермы для одной и той же массы газа при температурах  $T_1$  и  $T_2$ . Какая из этих температур выше?

603\*. На рисунке 90 представлены две изобары. Одна соответствует давлению  $p_1$ , а другая — давлению  $p_2$ . Какое из этих давлений больше?

604\*. На рисунке 91 представлены две изохоры. Одна соответствует объему газа  $V_1$ , а другая — объему газа  $V_2$ . Какой из этих объемов больше?

### 3. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

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

606. 1. Определить средний квадрат  $v^2$  скоростей поступательного движения четырех молекул, имеющих скорости 100 м/с, 200 м/с, 300 м/с, 400 м/с.

2. Определить и сравнить среднюю арифметическую  $\bar{v}$  и среднюю квадратичную  $\bar{v}_{\text{кв}}$  скорости поступательного движения тех же четырех молекул.

607. 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.

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

609. 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.

610. 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.

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

612. 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.

613. Какое давление на стенки сосуда производят молекулы газа, если масса газа 3,0 г, объем 0,50 л, а средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с?

614. Средняя квадратичная скорость молекул газа около 400 м/с. Определить объем, который займет 1,0 кг газа при давлении  $1 \cdot 10^5$  Па.

615. Воздух состоит из молекул кислорода и азота. Одинакова ли средняя энергия поступательного движения молекул этих газов при данной температуре?

616. В атмосфере на высоте в несколько сот километров температура воздуха порядка тысяч кельвинов. Почему ИСЗ, движущийся длительное время по орбите в этих слоях атмосферы, не нагревается до такой же температуры?

617. Найти среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул гелия и аргона при температуре 1200 К.

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

619. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа при температуре  $500^\circ\text{C}$  равна  $1600 \cdot 10^{-23}$  Дж. Каким будет значение этой энергии при температуре  $-273^\circ\text{C}$ ? при температуре  $1000^\circ\text{C}$ ?

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

621. В закрытый сосуд с воздухом ввели эфир, после испарения которого концентрация молекул газообразного эфира оказалась равной  $1,00 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ , а давление в сосуде повысилось на 414 Па. Температура газовой смеси в сосуде  $27^\circ\text{C}$ . Определить постоянную Больцмана.

622. Каково давление газа, если в каждом кубическом сантиметре его содержится  $1,0 \cdot 10^6$  молекул, а температура газа  $87^\circ\text{C}$ ?
623. Сколько молекул газа должно приходиться на единицу объема, чтобы при температуре  $27^\circ\text{C}$  давление газа равнялось  $1,0 \cdot 10^5$  Па?
624. Определить число молекул в  $1 \text{ м}^3$  газа при нормальных условиях.
625. Сколько молекул газа находится в сосуде вместимостью  $480 \text{ см}^3$  при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $2,5 \cdot 10^4$  Па?
626. Определить среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при температуре  $20^\circ\text{C}$ . При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул будет равна  $500 \text{ м/с}$ ?
627. Какова средняя квадратичная скорость молекул гелия при температуре  $0,10 \text{ К}$ ? Какова средняя квадратичная скорость атомов гелия в атмосфере Солнца при температуре  $6000 \text{ К}$ ?
628. Средняя квадратичная скорость молекулы углекислого газа при  $0^\circ\text{C}$  равна  $360 \text{ м/с}$ . Какова средняя квадратичная скорость молекул при температуре  $127^\circ\text{C}$ ?
629. При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при  $15^\circ\text{C}$ ?
630. Средняя квадратичная скорость молекул водорода при  $0^\circ\text{C}$  равна  $1760 \text{ м/с}$ . Какова средняя квадратичная скорость молекул кислорода при  $0^\circ\text{C}$ ?
631. При проведении опыта Штерна большой цилиндр радиусом  $10 \text{ см}$  вращался с частотой  $50 \text{ об/с}$ . Это вращение обусловило смещение полоски серебра на  $6,0 \text{ мм}$  относительно положения полоски при неподвижном цилиндре (при температуре испарения  $1200^\circ\text{C}$ ). Найти скорость большей части атомов серебра при этой температуре. Радиусом малого цилиндра пренебречь.
632. Каково будет смещение полоски металла в приборе Штерна при частоте вращения  $20 \text{ об/с}$ , если скорость атомов  $300 \text{ м/с}$ ? Радиус цилиндра  $10 \text{ см}$ . Радиусом малого цилиндра пренебречь.
633. Какие макроскопические явления будут наблюдаться, если в состоянии движения молекул произойдут следующие изменения: 1) скорости всех молекул тела возрастут по модулю? 2) уменьшится среднее расстояние между молекулами газа?

#### 4. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

##### Работа в термодинамике

634. Какой газ при данной температуре обладает большей внутренней энергией — идеальный или реальный (при равном числе молекул)?
635. Совершается ли работа при: 1) изохорическом нагревании газа, 2) изобарическом нагревании, 3) изобарическом расширении, 4) изохорическом охлаждении, 5) изобарическом охлаждении, 6) изобарическом сжатии, 7) изотермическом сжатии?
636. Совершается ли работа в следующих случаях: 1) резиновый мяч надувают насосом, 2) тот же мяч раздувается при нагревании,

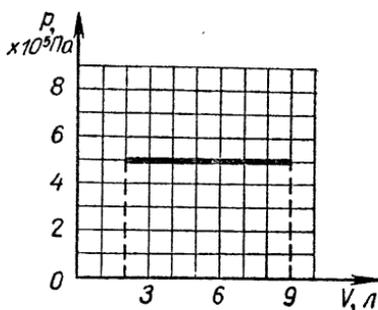


Рис. 92

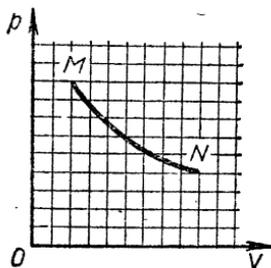


Рис. 93

3) воду нагревают в открытой кастрюле, 4) воду нагревают в закрытом сосуде?

**637.** На рисунке 92 дан график зависимости давления газа от объема. Найти работу газа при расширении. Найти работу внешней силы, возвращающей газ к первоначальному состоянию.

**638.** Какую работу совершает газ, расширяясь изобарически при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па от объема 1,6 до объема 2,5 л?

**639.** Среднее давление газа в цилиндре 1,20 МПа. Площадь поршня  $300 \text{ см}^2$ , длина хода 0,50 м. Определить работу газа за один ход поршня.

**640.** В канале ствола гаубицы калибра 120 мм среднее давление пороховых газов  $20 \cdot 10^8 \text{ Н/см}^2$ . Какова при выстреле работа пороховых газов в канале ствола, если длина ствола равна 20 калибрам.

**641.** Изменение объема и давления газа при его расширении задано кривой MN (рис. 93). Найти работу газа в этом процессе. Одно деление по оси  $OV$  соответствует  $1 \text{ дм}^3$ , а по оси  $Op$  —  $2 \cdot 10^4$  Па.

**642.** Воздух изотермически расширяется от 2 до 10 л. Начальное давление  $8 \cdot 10^5$  Па. Определить графически работу расширения воздуха.

### Количество теплоты <sup>1</sup>

**643.** Мука из-под жерновов выходит горячей, хлеб из печи вынимают тоже горячим. Какова причина повышения температуры этих тел?

**644.** Проволока может нагреться в пламени спиртовки или в результате многократного сгибания. Правильно ли утверждать, что в обоих случаях проволока получила некоторое количество теплоты?

**645.** Что будет лучшей грелкой: мешочек с песком или бутылка с водой (при одинаковой массе и температуре)?

**646.** Почему продувание электрических генераторов водородом охлаждает их сильнее, чем продувание воздухом?

**647.** Для нагревания 100 г свинца от 15 до  $35^\circ\text{C}$  надо сообщить

<sup>1</sup> Задачи 643 — 672 предназначены в основном для повторения материала VII класса.

телу 260 Дж теплоты. Определить его теплоемкость, молярную теплоемкость и удельную теплоемкость.

648. Какое количество теплоты потребляет в сутки жилой дом, если за это время в отопительную систему дома поступает 1600 м<sup>3</sup> воды при температуре 90°C, а уходит из дома при температуре 50°C?

649. Какова тепловая отдача кузнечного горна, если для нагревания 1,0 кг стали на 1400°C расходуется 0,8 кг условного топлива?

650. При нагревании в котле 3000 л воды сожгли 40 кг каменного угля. До какой температуры нагрелась вода, если ее начальная температура была 10°C, а тепловая отдача топки 60%?

651. Смешали 0,40 м<sup>3</sup> воды при 20°C и 0,10 м<sup>3</sup> воды при 70°C. Какова температура смеси при тепловом равновесии?

652. В ванну налито 80 л воды при температуре 10°C. Сколько литров воды при 100°C нужно прибавить в ванну, чтобы температура смеси была 25°C?

653. В каком отношении следует смешать две массы воды, взятые при температурах 50 и 0°C, чтобы температура смеси была 20°C?

654. До какой температуры нагрелась во время работы стальная фреза массой 1,0 кг, если после опускания ее в калориметр температура 1,0 л воды повысилась от 11,3 до 30,0°C? Теплоемкость калориметра не учитывать.

655. В стакане содержится 250 см<sup>3</sup> воды. Опущенный в стакан термометр показал 78°C. Какова действительная температура воды, если теплоемкость термометра 20 Дж/К, а до опускания в воду он показывал 20°C?

656. В латунный калориметр массой 200 г влили 400 г воды при 17°C и опустили тело из серебра массой 600 г при 85°C. Вода нагрелась до 22°C. Определить удельную теплоемкость серебра.

657. На какую высоту можно было бы поднять гирию массой 1,0 кг за счет энергии, которую 240 мл воды отдают при охлаждении от 100 до 0°C?

658. 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?

659. ИСЗ массой 1,00 т возвращается на Землю сквозь плотные слои атмосферы с высоты 30 км и нагревается. На сколько увеличится внутренняя энергия корпуса спутника в результате торможения?

660. Можно ли передать телу некоторое количество теплоты, не вызывая этим повышения его температуры?

661. Какое нужно количество теплоты, чтобы 100 г воды при 10°C довести до кипения и 10 г ее испарить?

662. К сосуду, в котором находилось 2 л воды при 20°C, было подведено 1050 кДж теплоты. Определить массу пара, образовавшегося при кипении воды. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

663. Какое количество теплоты выделится при конденсации 20 г водяного пара при 100°C и охлаждении полученной воды до 20°C?

664. С какой высоты должны падать дождевые капли, температура которых 20°C, чтобы при ударе о землю они испарились? Сопротивление воздуха не учитывать.

665. Какое тело обладает большей внутренней энергией — кусок льда при  $0^{\circ}\text{C}$  или полученная из этого куска вода при  $0^{\circ}\text{C}$ ?

666\*. 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 теплоты извне нет? Удельная теплота испарения воды при этой температуре равна  $2,48 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ .

667. При температуре  $-5,0^{\circ}\text{C}$  каждый квадратный метр поверхности водоема теряет каждый час  $168 \text{ кДж}$  теплоты. Найти толщину слоя льда, образовавшегося за сутки, если температура воды на поверхности водоема  $0^{\circ}\text{C}$ .

668. С какой высоты должен падать град с температурой  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы градинки при ударе о землю расплавились? Сопротивление воздуха не учитывать.

669. В сосуде содержится смесь из  $200 \text{ г}$  воды и  $130 \text{ г}$  льда при  $0^{\circ}\text{C}$ . Какой будет окончательная температура, если в сосуд ввести  $25 \text{ г}$  стоградусного пара?

670. С какой скоростью должен двигаться кусок льда, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы при ударе о каменную стену он полностью расплавился?

671. При  $0^{\circ}\text{C}$  почва покрыта слоем снега толщиной  $10 \text{ см}$  и плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$ . Какой слой дождевой воды при  $4^{\circ}\text{C}$  расплавит весь слой снега?

672. Сколько потребуется каменного угля, чтобы расплавить  $1000 \text{ кг}$  серого чугуна, взятого при температуре  $50^{\circ}\text{C}$ ? Тепловая отдача вагранки  $60\%$ .

### Первый закон термодинамики

673. Напишите первый закон термодинамики в следующих случаях: 1) теплообмен между телами в калориметре; 2) нагрев воды на спиртовке, 3) нагрев тела при ударе.

674. Может ли газ нагреться или охладиться без теплообмена с окружающей средой? Как это происходит?

675. Почему бензин, поступающий в цилиндр двигателя внутреннего сгорания, испаряется в основном не во время такта всасывания, а во время такта сжатия?

676. В каком случае изменение давления газа будет большим при адиабатическом или изотермическом уменьшении его объема?

677. На графике (рис. 94) изображены адиабата и изотерма для некоторой определенной массы газа. Какая из этих двух кривых показана штриховой линией?

678. Почему уровень ртути понижается, если термометр поместить в струю воздуха, вытекающего из камеры волейбольного мяча? Проверьте и объясните. Влияет ли ветер на показание термометра?

679. В левом сосуде установки, показанной

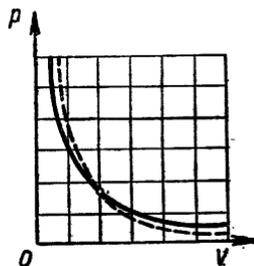


Рис. 94

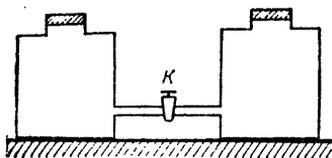


Рис. 95

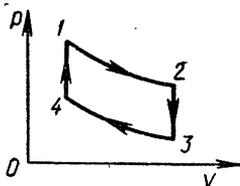


Рис. 96

на рисунке 95, находится сжатый реальный газ, а в правом — вакуум. Охладится ли газ, если, открыв кран  $K$ , предоставить газу возможность расширяться в правый сосуд? Охладился ли бы при этих условиях идеальный газ?

680. Газу передано при изохорическом процессе 60 МДж теплоты. Чему равно изменение его внутренней энергии?

681. Газ при адиабатическом процессе совершил работу 200 МДж. Как изменилась его внутренняя энергия? Что произошло с газом: охладился или нагрелся?

682. При изотермическом процессе газу передано 6000 Дж теплоты. Чему равна работа, совершенная газом?

683. Газ при изотермическом процессе совершает работу. За счет чего это происходит?

684. При передаче газу количества теплоты 17 кДж он совершает работу, равную 50 кДж. Чему равно изменение внутренней энергии газа? Охладился газ или нагрелся?

685. Объем газа, находившегося под давлением 8,0 МПа, при изобарическом процессе увеличился на 0,50 м<sup>3</sup>. При этом газу было передано 6,0 МДж теплоты. Изменилась ли внутренняя энергия газа? На сколько? Нагрелся газ или охладился?

686\*. На рисунке 96 изображен цикл, совершаемый с определенной массой идеального газа. Изобразить этот цикл на графиках  $p(T)$  и  $T(p)$ . На каких участках цикла газ выделяет теплоту и на каких — поглощает?

### Тепловые двигатели

687. Могли бы работать ветряные двигатели, если бы температура атмосферного воздуха была везде одинакова?

688. Идеальный тепловой двигатель получает от нагревателя в каждую секунду 7,2 МДж теплоты и отдает в холодильник 6,4 МДж. Каков КПД двигателя?

689. Каков КПД идеальной паровой турбины, если пар поступает в турбину с температурой 480 °С, а оставляет ее при температуре 30 °С?

690. Температура воздуха —35 °С, а температура воды в пруду подо льдом +1 °С. Нельзя ли использовать эту разность температур для энергетических целей? Каков КПД тепловой машины при такой разности температур?

691. Температура нагревателя 150 °С, а холодильника 20 °С. Какую работу совершит идеальный тепловой двигатель, если рабочее тело получит от нагревателя 1,0 · 10<sup>5</sup> кДж теплоты?

692. В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше абсолютной температуры холодильника.

Нагреватель передал газу 40 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

693. Температура нагревателя 227 °С. Определить КПД идеального двигателя и температуру холодильника, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, двигатель совершает 350 Дж механической работы.

694. При выстреле из пушки сгорает 200 кг пороха. Масса снаряда 50,0 кг, а скорость его вылета из ствола 800 м/с. Определить КПД пушки, если теплота сгорания пороха 3,2 МДж/кг.

695. Каков КПД тракторного двигателя, если расход дизельного горючего составляет 216 г/ч на 1 кВт?

696. Почему топливо, подаваемое в конце такта сжатия в цилиндр дизеля, воспламеняется?

697. Мощность двигателя автомобиля 50 кВт. Определить расход бензина в 1 ч, если КПД двигателя 25%.

698. Определить мощность двигателя автомобиля, если расход бензина составляет 38 л на 100 км пути при средней скорости движения 35 км/ч. КПД двигателя 22,5%.

## 5. ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

### Испарение

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

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

701. В цилиндре под поршнем находится насыщенный водяной пар без воздуха. Нарисуйте график зависимости давления такого пара от объема.

702. Как определить без приборов, что находится над водой в U-образной трубке (рис. 97) — воздух или только насыщенный водяной пар?

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

2. Какое количество воды должно испариться в том же сосуде, чтобы пар был насыщенным?

3. Какое количество воды останется неиспарившимся, если воды было не 10, а 20 г?

704. Закипит ли вода в стакане под колоколом воздушного насоса, если температура воды 20 °С, а насос может создать разрежение до 6000 Па?

705. Ртутными термометрами измеряют температуру до 600 °С. Почему это возможно, если точка кипения ртути 357 °С?

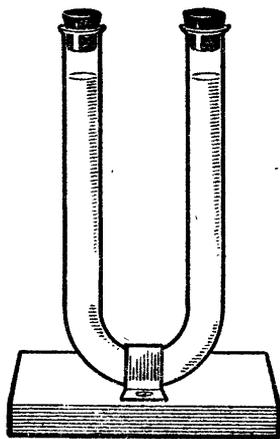


Рис. 97

706. Давление водяного пара в котле по манометру меньше атмосферного. Несмотря на это, температура такого пара выше  $100^{\circ}\text{C}$ . Почему?

707. При  $17^{\circ}\text{C}$  насыщающий водяной пар был отделен от жидкости и после этого нагрет при неизменном объеме до  $27^{\circ}\text{C}$ . Каким стало его давление? Каким стал пар?

708. Пар при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давлении  $1330\text{ Па}$  занимает объем  $2,0\text{ л}$ . Какой это пар? Каким он станет, если объем уменьшится до  $0,50\text{ л}$  и температура снизится до  $7,0^{\circ}\text{C}$ ?

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

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

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

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

### Влажность воздуха

713. Что легче:  $1\text{ м}^3$  сухого или  $1\text{ м}^3$  влажного воздуха?

714. В  $5\text{ м}^3$  воздуха содержится  $80\text{ г}$  водяного пара. Определить абсолютную влажность.

715. Через трубку с поглощающим влагу веществом пропущено  $10\text{ л}$  воздуха. При этом масса трубки увеличилась на  $300\text{ мг}$ . Определить абсолютную влажность воздуха.

716. Измерив объем классного помещения, определите, сколько килограммов водяного пара содержится в воздухе при данной температуре, если пар насыщенный?

717. Почему при выпуске газа из баллона вентиль покрывается росой или даже инеем?

718. Как объяснить образование облачного следа за самолетом, летящим на большой высоте?

719. Температура воздуха  $16^{\circ}\text{C}$ , точка росы  $6^{\circ}\text{C}$ . Какова абсолютная и относительная влажность воздуха?

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

721. При каком условии относительная влажность воздуха может уменьшиться, несмотря на увеличение абсолютной влажности?

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

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

724. Вечером при температуре воздуха  $29^{\circ}\text{C}$  относительная влаж-

ность 60%. Выпадет ли ночью роса, если температура почвы снизится до  $15^{\circ}\text{C}$ ? до  $21^{\circ}\text{C}$ ?

725. Вечером при температуре воздуха  $2^{\circ}\text{C}$  относительная влажность 60%. Выпадет ли ночью иней, если температура снизится до  $-3^{\circ}\text{C}$ ; до  $-5^{\circ}\text{C}$ ?

726\*. Над участком поверхности земли площадью  $5,0\text{ км}^2$  слой воздуха толщиной 1000 м имеет температуру  $20^{\circ}\text{C}$ . Найти массу выпавшего дождя и толщину слоя осадков на поверхности земли.

727. Для прорастания семян огурцов и дынь в теплице нужно поддерживать температуру  $30^{\circ}\text{C}$  и относительную влажность 90%. Выполняется ли это требование, если влажный термометр психрометра показывает  $29^{\circ}\text{C}$ , а сухой  $30^{\circ}\text{C}$ ?

728\*. В классном помещении повышенная влажность воздуха. Целесообразно ли открыть форточки, если за окном холодно и идет дождь?

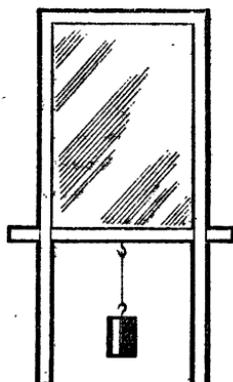


Рис. 98

## 6. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

729. Почему звезды и планеты имеют шарообразную форму?

730. Проволочная рамка затянута мыльной пленкой (рис. 98). Какую работу нужно совершить, чтобы растянуть пленку, увеличив площадь ее поверхности на  $6,0\text{ м}^2$  с каждой стороны?

731. Почему волейбольная сетка сильно натягивается после дождя?

732. Соломинка длиной  $8,0\text{ см}$  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?

733. Каким усилием можно оторвать тонкое металлическое кольцо от мыльного раствора, если диаметр кольца  $15,6\text{ см}$ , масса  $7,0\text{ г}$  и кольцо соприкасается с раствором по окружности?

734. Капля воды вытекает из вертикальной стеклянной трубки диаметром  $1\text{ мм}$ . Найти силу тяжести капли, если температура воды  $20^{\circ}\text{C}$ .

735. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром  $12\text{ см}$ ? Атмосферное давление не учитывать.

736\*. На сколько давление воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления, если диаметр пузыря  $10\text{ мм}$ ?

737\*. Два мыльных пузыря — малый и большой — выдуты на разных концах одной и той же трубки. Какой пузырь после этого будет увеличиваться и какой — уменьшаться?

738. Одна колба наполовину заполнена водой, а другая — ртутью. Какой будет форма этих жидкостей в состоянии невесомости?

739. За счет какого источника энергии поднимается жидкость в капилляре?

740. Как изменится высота  $h$  уровня воды в капилляре, если при прочих равных условиях понизить температуру воды? взять капилляр вдвое меньшего радиуса? перенести опыт на Луну? воспользоваться вместо воды керосином?

741. Найти коэффициент поверхностного натяжения воды, если в капилляре с диаметром 1,0 мм она поднимается на высоту 32,6 мм.

742. На какую высоту поднимается вода в капилляре диаметром 1 мкм?

743. Фитиль поднимает воду на высоту 80 мм. На какую высоту по тому же фитилю поднимается спирт?

744. Какой будет длина столба воды в капиллярной трубке с внутренним диаметром 0,6 мм, если трубку опустить в воду перпендикулярно к поверхности? под углом  $13^\circ$  к поверхности?

745. 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?

746. 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?

747. 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.)

748. Подвесьте полоску фильтровальной бумаги над блюдцем так, чтобы нижний конец полоски касался воды. Наблюдайте капиллярное поднятие воды (оно продолжается около 5 ч). Определить из опыта размер (эквивалентный диаметр) пор бумаги.

## 7. ТВЕРДЫЕ ТЕЛА, ИХ СВОЙСТВА

749. Что произойдет с монокристаллом поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ), если его опустить в ненасыщенный раствор этой соли? в насыщенный? в пересыщенный?

750. Кубик из стекла и кубик, вырезанный из монокристалла кварца, опущены в горячую воду. Сохранят ли кубики свою форму?

751. Почему в природе не существует кристаллов шарообразной формы?

752. В каком случае строение стали будет более мелкозернистым после закалки: когда охлаждение производится в холодной воде или когда — в горячей воде?

753. Почему в таблицах температур плавления различных веществ нет температуры плавления стекла?

754. На рисунке 99, а показана элементарная ячейка кристаллической решетки металла, которая затем подвержена деформации сдвига (рис. 99, б). Почему решетка стремится восстановить свою форму?

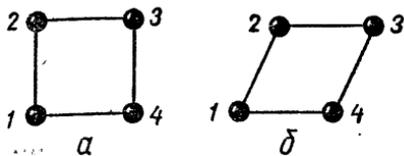


Рис. 99

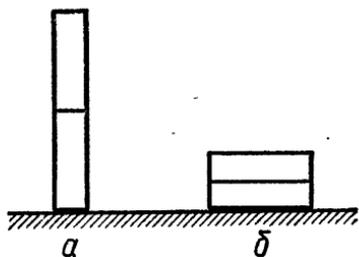


Рис. 100

Рассмотреть другие виды деформации ячейки и ответить на тот же вопрос.

755. Сожмите и растяните несколько раз стальную спиральную пружину. Поднесите ее к щеке. Объяснить, почему пружина нагрелась.

756. На работу по растяжению проволоки затрачена энергия. Куда делась эта энергия, если деформация проволоки была упругой? пластической?

757. Груз весом 5,0 кН висит на тросе диаметром поперечного сечения 28 мм. Определить механическое напряжение в тросе.

758. При какой кладке определенного количества кирпичей (рис. 100, а, б) в нижнем кирпиче напряжение окажется большим?

759. Проволока длиной 5,4 м под действием нагрузки удлинилась на 2,7 мм. Определить абсолютное и относительное удлинение проволоки.

760. Абсолютное и относительное удлинение стержня 1 мм и 0,1% соответственно. Какой была длина недеформированного стержня?

761. 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 ( $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ ) удлинения проволоки в обоих случаях.

762. При взвешивании тела указатель динамометра вышел за пределы шкалы. Поэтому применили способ взвешивания на двух динамометрах. Какой из способов, показанных на рисунках 101, а и б, надо было применить? Каковы показания каждого динамометра в обоих случаях?

763. Сравнить между собой относительные удлинения, возникающие в стальной ( $\epsilon_{ст}$ ) и алюминиевой ( $\epsilon_{ал}$ ) проволоках под действием одинакового напряжения. Какие тела получают большие упругие деформации: имеющие боль-

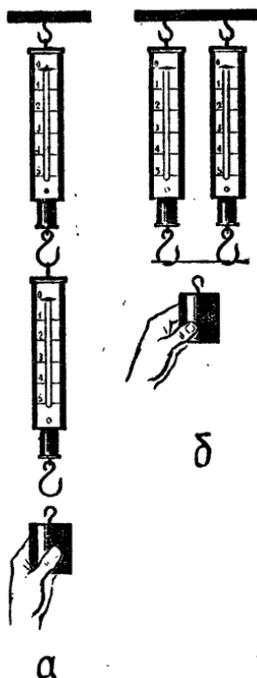


Рис. 101

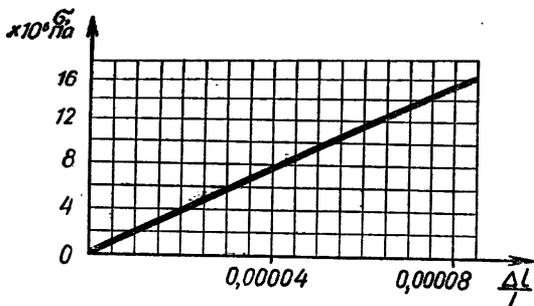


Рис. 102

ший или меньший модуль упругости  $E$ ?

764. На рисунке 102 приведен график зависимости напряжения, возникающего в стержне, от его относительного удлинения. Определить модуль упругости материала стержня.

765. Верхний конец стержня закреплен, а к нижнему подвешен

груз 20 кН. Длина стержня 5,0 м, сечение 4,0 см<sup>2</sup>. Определить механическое напряжение в стержне, его абсолютное и относительное удлинения, если модуль упругости материала стержня  $20 \cdot 10^{10}$  Па.

766. Какого диаметра нужно взять стальной стержень, чтобы при нагрузке 25 кН механическое напряжение равнялось 60 МПа? Каково абсолютное удлинение стержня, если его первоначальная длина 200 см?

767. Деревянная свая высотой 3,0 м имеет поперечное сечение 300 см<sup>2</sup>. Каково абсолютное сжатие сваи под действием удара силой 500 кН? Модуль упругости равен  $10 \cdot 10^8$  МПа.

768. Почему при небрежном обращении с тетрадью уголки листов загибаются и им не удается вернуть прежней формы?

769. Какого наименьшего сечения нужно взять стальной стержень, чтобы растягивающая нагрузка 2,5 кН не вызвала остаточной деформации? Предел упругости стали при растяжении  $1,0 \cdot 10^8$  МПа.

770. Что произойдет с медной проволокой сечением 0,5 мм<sup>2</sup>, если к ее свободному концу подвесить гирию массой 1 кг? 2 кг? 5 кг? 10 кг?

771. Груз весом 12 Н подвесили к проволоке с поперечным сечением 0,2 мм<sup>2</sup>. Что произойдет с проволокой, если она свинцовая? алюминиевая? латунная?

772. Какой запас прочности обеспечен на тепловозе в прицепном приспособлении, если его сечение 100 см<sup>2</sup>, предел прочности 500 МПа, а сила тяги тепловоза 75 кН?

773. Какой груз может быть подвешен на стальном тросе диаметром 3 см при запасе прочности, равном 10, если предел прочности стали 700 МПа?

774. Определите, с каким запасом прочности работают стойки школьного гидравлического пресса.

775. Для конкретной проволоки, имеющейся в физическом кабинете школы, определите: 1) наибольшую силу, не вызывающую остаточной деформации у данной проволоки; 2) при какой нагрузке проволока разорвется; 3) какой груз можно подвесить к данной проволоке при запасе прочности  $n = 2, 5, 10$ . Диаметр проволоки измеряется штангенциркулем.

## 8. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТЕЛ

### Объемное расширение

776. На сколько увеличится объем свинцового шара при нагревании от  $20$  до  $100^{\circ}\text{C}$ , если начальный объем шара  $1800\text{ см}^3$ ?

777. Определить объем стального куба при температуре  $500^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  его объем равен  $1000\text{ см}^3$ .

778. На нагревание стального бруса размерами  $60 \times 20 \times 5\text{ см}$  израсходовано  $1680\text{ кДж}$  теплоты. На сколько увеличился объем бруса? Нет ли в условии лишних данных?

779. Какое количество теплоты нужно израсходовать, чтобы стальной рельс длиной  $10\text{ м}$  и площадью поперечного сечения  $20\text{ см}^2$  удлинился в результате нагревания на  $6\text{ мм}$ ? Нет ли в условии лишних данных?

780. Стальной брусок объемом  $1200\text{ см}^3$  при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  погружен в сосуд, содержащий  $20,00\text{ кг}$  воды при  $90^{\circ}\text{C}$  (точно). Найти, какая температура бруска установится в воде и каким будет объем бруска при этой температуре.

781. В бутылке 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  $-20^{\circ}\text{C}$ ?

782. В железнодорожную цистерну погрузили  $50\text{ м}^3$  нефти при температуре  $+40^{\circ}\text{C}$ . Сколько кубических метров нефти выгрузили, если на станции назначения температура воздуха была  $-40^{\circ}\text{C}$ ?

783. Керосин содержится в цилиндрической формы цистерне, высота которой  $6,0\text{ м}$ , а диаметр основания  $5,0\text{ м}$ . 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?

784. Вместимость мензурки при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  равна  $1000\text{ см}^3$ . Определить, на сколько увеличится вместимость мензурки при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ .

785. Какова плотность ртути при  $300^{\circ}\text{C}$ ?

786. Масса  $500\text{ см}^3$  спирта при  $0^{\circ}\text{C}$  равна  $400\text{ г}$ . Определить плотность спирта при  $15^{\circ}\text{C}$  (точно).

787. Ртутный и спиртовой термометры внешне совершенно одинаковы. Чувствительность какого термометра больше: спиртового или ртутного? Во сколько раз?

788. Чувствительность какого термометра больше: с большим или малым резервуаром для ртути?

789. Как отразилось бы на показаниях  $x$  термометра равенство коэффициентов расширения рабочей жидкости и стекла?

790. Как бы действовал термометр, если бы в нем была не ртуть, а вода?

791. На рисунке 103 представлен график зависимости объема данной массы воды от температуры. Вычислить значения коэффициента объемного расширения воды при температурах  $4$ ,  $9$  и  $11^{\circ}\text{C}$ .

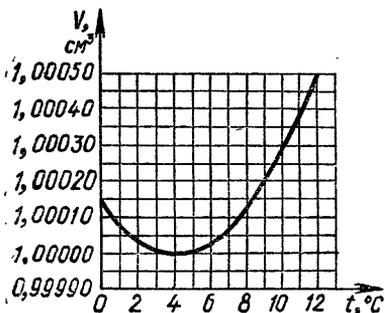


Рис. 103

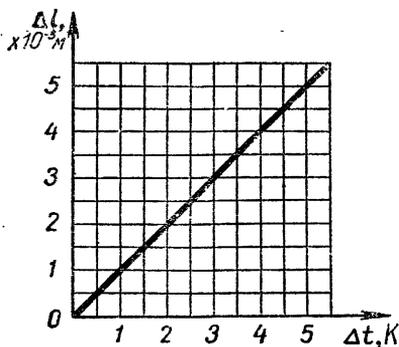


Рис. 104

### Линейное расширение

792. На рисунке 104 дан график зависимости удлинения проволоки от температуры. Определить коэффициент линейного расширения, если начальная длина проволоки 100 м.

793. Длина медной проволоки телеграфной линии при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  равна 10 км. На сколько изменится длина проволоки при изменении температуры от  $-40$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ?

794. Длина газопровода при  $0^{\circ}\text{C}$  равна 1300 км. На сколько удлинится газопровод при сезонном изменении температуры от  $-38$  до  $+42^{\circ}\text{C}$ , если стальные трубы не уложены в землю?

795. Цинковая пластина, площадь которой при  $0^{\circ}\text{C}$  равна  $20,0 \text{ дм}^2$ , нагрета до  $400^{\circ}\text{C}$ . Найти площадь пластины после нагревания.

796\*. Длина стального стержня при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  равна 50,0 см, длина цинкового 50,2 см. При какой температуре длина обоих стержней будет одинаковой? Коэффициент линейного расширения стали  $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , цинка  $29 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

797. Какие силы нужно приложить к стальному проводу сечением  $10 \text{ мм}^2$ , чтобы растянуть его на столько же, на сколько он удлинится при нагревании на  $1,0^{\circ}\text{C}$ ?

798. 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  $100 \text{ см}^2$ .

799. На сколько градусов нужно было бы нагреть медную проволоку сечением  $1 \text{ мм}^2$ , чтобы она приняла ту же длину, что и под действием растягивающей нагрузки в 50 Н?

800. 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 Н?

801. 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  $1,0 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ .

### III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

#### 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

#### Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона

802. 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.

803. К тонкой струе воды поднесите наэлектризованную трением расческу. Наблюдаемое объясните.

804. Для чего к корпусу самоходного комбайна прикреплена цепь, конец которой тянется по земле?

805. 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.

806. 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  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

807. Два одинаковых проводника, несущие на себе электрические заряды соответственно  $q$  и  $-2q$ , приведены в соприкосновение. Каков заряд каждого проводника после соприкосновения? Соответствует ли ответ закону сохранения заряда?

808. С какой силой отталкиваются два электрона, находящиеся друг от друга на расстоянии  $2 \cdot 10^{-8}$  см (точно)?

809. С какой силой взаимодействуют два соседних иона в кристалле поваренной соли (NaCl), если среднее расстояние между ними  $2,8 \cdot 10^{-8}$  см?

810. Электрические заряды двух туч соответственно равны 20 и  $-30$  Кл. Среднее расстояние между тучами 30 км. С какой силой взаимодействуют тучи?

811. Два положительных заряда<sup>1</sup>  $q$  и  $2q$  находятся на расстоянии

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем под термином «заряд» следует понимать точечный заряд. Если среда, в которой находятся заряды, не указана, то считать средой вакуум.

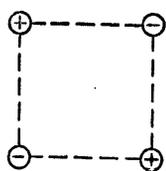


Рис. 105

10 мм. Заряды взаимодействуют с силой  $7,2 \cdot 10^{-4}$  Н. Как велик каждый заряд?

812. На каком расстоянии нужно расположить два заряда  $5,0 \cdot 10^{-9}$  и  $6,0 \cdot 10^{-9}$  Кл, чтобы они отталкивались с силой  $12 \cdot 10^{-4}$  Н?

813. Два одинаковых проводящих шарика, обладающие зарядами  $2,67 \cdot 10^{-9}$  и  $0,67 \cdot 10^{-9}$  Кл, находятся на расстоянии 4,0 см. Их приводят в соприкосновение и удаляют на прежнее расстояние. Найти силу

взаимодействия до и после соприкосновения шариков.

814\*. Находясь на расстоянии 10 см, два одинаковых проводящих шарика притягиваются с силой  $5,0 \cdot 10^{-5}$  Н. Если шарики привести в соприкосновение, а затем снова развести на это же расстояние, то сила взаимодействия становится равной  $4,0 \cdot 10^{-5}$  Н. Определить заряды шариков.

815\*. 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?

816\*. 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?

817. Четыре заряда, равные по абсолютному значению, находятся в вершинах квадрата (рис. 105). Будут ли заряды сближаться, разбегаться друг от друга или вся система будет в равновесии?

818. Два точечных заряда  $-1,0 \cdot 10^{-8}$  и  $1,5 \cdot 10^{-8}$  Кл расположены на одной прямой  $ABC$  на расстоянии  $|AB| = 10$  см друг от друга. Найти силу, действующую на третий точечный заряд  $0,33 \cdot 10^{-9}$  Кл, помещенный на расстоянии  $|BC| = 2,0$  см от второго заряда.

819. В вершинах квадрата со стороной  $a$  помещены заряды по  $1 \cdot 10^{-6}$  Кл. Какой отрицательный заряд нужно поместить в точке пересечения диагоналей, чтобы вся система находилась в равновесии?

820\*. Два соприкасающихся шарика, каждый массой 0,25 г, имеющие одинаковые заряды, подвешенные на нитях длиной по 100 см, разошлись на 6,0 см друг от друга. Чему равен модуль заряда каждого шарика?

821\*. Два одинаковых шарика, подвешенные на нитях длиной по 20 см, соприкасаются друг с другом. Шарикам сообщен общий заряд  $4,0 \cdot 10^{-7}$  Кл, после чего они разошлись так, что угол между нитями стал равен  $60^\circ$ . Найти массу каждого шарика.

822. С какой силой взаимодействуют два заряда  $-2,0 \cdot 10^{-8}$  и  $-9,0 \cdot 10^{-8}$  Кл, находясь на расстоянии 9,0 см в парафине? в стекле?

823. Два заряда взаимодействуют в воде с силой  $3,0 \cdot 10^{-4}$  Н. С какой силой они будут взаимодействовать в плексигласе?

824\*. 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?

## Напряженность электрического поля

825. Начертить графики зависимости напряженности электрического поля точечного заряда  $1 \cdot 10^{-9}$  Кл от расстояния для случаев, когда заряд положительный и когда он отрицательный.

826. На заряд  $3,0 \cdot 10^{-8}$  Кл, внесенный в данную точку поля, действует сила  $2,4 \cdot 10^{-5}$  Н. Найти напряженность поля в данной точке<sup>1</sup>.

827. С какой силой действует электрическое поле Земли, напряженность которого  $100$  Н/Кл, на тело, несущее заряд  $1,0 \cdot 10^{-6}$  Кл?

828. В технике 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.

829. На расстоянии  $5,0$  см от заряда напряженность поля  $1,5 \cdot 10^5$  Н/Кл. Найти заряд.

830. На каком расстоянии от заряда  $1,0 \cdot 10^{-8}$  Кл напряженность поля равна  $300$  Н/Кл?

831. Какова напряженность поля в точке, в которой на заряд  $5,0 \cdot 10^{-9}$  Кл действует сила  $3,0 \cdot 10^{-4}$  Н? Определить заряд, создающий поле, если рассматриваемая точка удалена от него на  $100$  мм.

832. Расстояние между двумя точечными зарядами  $+4,0 \cdot 10^{-9}$  Кл равно  $0,60$  м. Найти напряженность поля в средней точке между зарядами.

833\*. Расстояние между зарядами  $+q$  и  $+9q$  равно  $8$  см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю?

834. 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  $8,0$  см от каждого из зарядов.

835. В трех вершинах квадрата со стороной  $0,40$  м находятся одинаковые положительные заряды по  $5,0 \cdot 10^{-9}$  Кл. Найти напряженность поля в четвертой вершине.

836\*. В вертикально направленном однородном электрическом поле находится пылинка массой  $1 \cdot 10^{-9}$  г и зарядом  $3,2 \cdot 10^{-17}$  Кл. Какова напряженность поля, если сила тяжести пылинки уравновешена силой электрического поля?

837. Задана картина линий напряженности электрического поля (рис. 106). В какой точке — А, В или С — сила, действующая на внесенный в поле пробный заряд, будет наибольшей?

### Проводники и диэлектрики в электрическом поле

838. Зарядите бумажную гильзу, подвешенную на шелковой нити. Поднесите руку к гильзе. Почему гильза притягивается к руке?

<sup>1</sup>Здесь и в дальнейшем под напряженностью следует понимать ее модуль.

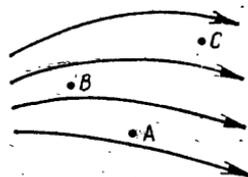


Рис. 106

839. Как защищаются работники лаборатории, в которой экспериментируют с сильными электрическими полями, от действия этих полей?

840. Если коснуться стержня заряженного электроскопа пальцем, то электроскоп разрядится. Произойдет ли то же самое, если вблизи электроскопа находится заряженное тело?

841. При помощи положительно заряженной палочки зарядите, не уменьшая на ней заряда, один электроскоп положительно, а другой отрицательно.

842. Медному шару сообщили заряд  $+q$ . Что нужно сделать, чтобы весь заряд шарика передать металлическому стакану? Сделайте это?

843. Нарисуйте схему молниеотвода. Укажите знак зарядов на молниеотводе и земле, когда над ними проходит заряженная туча.

844. Какова средняя плотность заряда на поверхности металлического шара радиусом 0,20 м, если заряд на шаре равен  $4\pi \cdot 10^{-8}$  Кл?

845. Какова средняя поверхностная плотность заряда на плоскопараллельной металлической тонкой пластине длиной 5 м и шириной 4,0 м, если заряд на пластине  $2 \cdot 10^{-5}$  Кл?

846. Электрический заряд  $9,0 \cdot 10^{-9}$  Кл равномерно распределен по поверхности шара радиусом 1,0 м. Чему равна напряженность поля у поверхности шара? на расстоянии 2,0 м от центра шара? внутри шара?

847. Определить напряженность электрического поля в любой точке безвоздушного пространства вокруг равномерно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\frac{1}{4\pi} 10^{-4}$  Кл/м<sup>2</sup>.

848. Определить заряд Земли, если напряженность электрического поля у ее поверхности 100 Н/Кл. Принять радиус земного шара равным 6000 км.

849. Показание заряженного электрометра уменьшается, если к кондуктору прибора поднести кусок стекла. Проверить и объяснить это явление.

850. Можно ли при помощи электризации через влияние получить два куска диэлектрика, наэлектризованных разноименно, если диэлектрик разрезать пополам?

851. В некоторой точке вакуумного пространства вокруг заряда напряженность электростатического поля равна  $9,0 \cdot 10^8$  Н/Кл. Какова напряженность в той же точке, если пространство вокруг заряда заполнить дистиллированной водой? керосином?

### Разность потенциалов. Потенциал

852. Сравнить работы поля по перемещению заряда  $q$  по каждой из линий напряженности электрического поля (рис. 107).

853. Электрический заряд  $+q$  перемещен по замкнутому контуру  $ABCD$  (рис. 108). На каких участках работа поля по перемещению заряда была положительной? отрицательной? равной нулю? Какова

работа по перемещению заряда по всему контуру?

854. В однородном электрическом поле напряженности  $6 \cdot 10^{-5}$  Н/Кл перемещается заряд  $7,0 \cdot 10^{-8}$  Кл на расстояние 8,0 см под углом  $60^\circ$  к линиям напряженности. Определить работу поля по перемещению этого заряда.

855. Какова разность потенциалов двух точек электрического поля, если при перемещении заряда  $2,0 \cdot 10^{-6}$  Кл между этими точками полем совершена работа  $8,0 \times 10^{-4}$  Дж?

856. Какую работу нужно совершить, чтобы переместить заряд  $5,0 \cdot 10^{-8}$  Кл между двумя точками электрического поля с разностью потенциалов 1600 В?

857. Постоянные потенциалы двух проводников относительно земли соответственно равны 24 и  $-8$  В. Какую работу нужно совершить, чтобы перенести заряд  $+8,0 \cdot 10^{-7}$  Кл со второго проводника на первый?

858. При внесении заряда  $1,0 \cdot 10^{-6}$  Кл из бесконечности в данное электрическое поле была произведена работа  $6,0 \cdot 10^{-5}$  Дж. Каков по отношению к бесконечности потенциал точки поля, в которую внесен заряд?

859. Какую кинетическую энергию дополнительно получит электрон, пройдя разность потенциалов 1,0 МВ?

860. Заряженная частица после прохождения разности потенциалов 1 кВ приобретает энергию 8000 эВ. Определить заряд частицы, выразив его через заряд электрона.

861. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы скорость его увеличилась от 0 до 8000 км/с?

862. Два заряда по  $5,55 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на расстоянии 1,0 м. Какую работу нужно совершить, чтобы сблизить заряды до 10 см?

863. Найти потенциал точки электрического поля, удаленной от заряда  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Кл на расстояние 10 см.

864. Заряды  $+1,0 \cdot 10^{-8}$  и  $-1,0 \cdot 10^{-8}$  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.

865. Два одноименных точечных 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 абсолютные значения потенциала полей обоих зарядов одинаковы.

866. В электрическом поле точечного заряда  $q$  из точки  $A$  в точки  $B$ ,

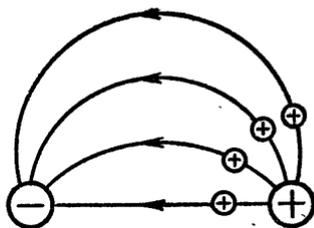


Рис. 107

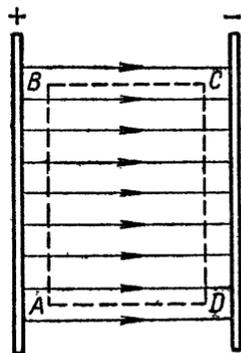


Рис. 108

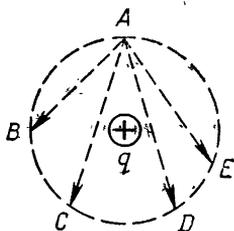


Рис. 109

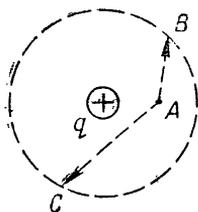


Рис. 110

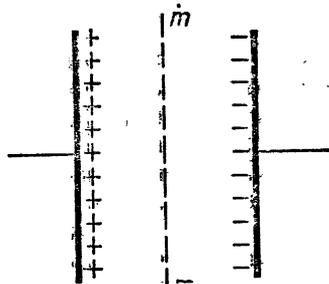


Рис. 111

$C, D, E$  (рис. 109) перемещали один и тот же заряд. Сравнить работы поля при этих перемещениях заряда.

867. Сравнить работы поля при перемещении заряда из точки  $A$  в точку  $B$  и из точки  $A$  в точку  $C$  (рис. 110).

868. Разность потенциалов между пластинами равна  $50\text{ В}$  (рис. 111). Какова разность потенциалов между каждой пластиной и землей и каков потенциал в точках на прямой  $mm$ , если отрицательно заряженная пластина заземлена?

### Связь между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов

869. Определить, при каких напряжениях произойдет пробой конкретных пластин стекла, слюды, парафина, эбонита. Воспользоваться штангенциркулем и таблицей 22.

870. Между параллельными плоскими металлическими пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  расстояние  $2\text{ см}$  и разность потенциалов  $300\text{ В}$ . Как изменится разность потенциалов, если пластины раздвинуть до  $6\text{ см}$ ?

871. Между двумя параллельными пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  напряжение  $3,0\text{ кВ}$ , а расстояние  $30\text{ мм}$ . Построить графики изменения напряженности поля между пластинами и потенциала (относительно земли). Отрицательно заряженная пластина заземлена.

872. Разность потенциалов между двумя параллельными металлическими пластинами с зарядами  $+q$  и  $-q$  равна  $1,0\text{ кВ}$ , расстояние между пластинами  $10\text{ см}$ . Какая сила будет действовать на заряд  $1,0 \cdot 10^{-4}\text{ Кл}$ , помещенный между пластинами?

873\*. Пылинка массой  $1,0 \cdot 10^{-8}\text{ г}$  находится между горизонтальными пластинами, к которым приложено напряжение  $5,0\text{ кВ}$ . Расстояние между пластинами  $5,0\text{ см}$ . Каков заряд пылинки, если она висит в воздухе?

874\*. Между двумя параллельными горизонтальными пластинами с разностью потенциалов  $0,70\text{ кВ}$  висит капелька масла, радиус которой  $1,5\text{ мкм}$ . Расстояние между пластинами  $0,40\text{ см}$ , плотность масла  $0,80\text{ г/см}^3$ . Найти заряд капли.

875. Разность потенциалов между двумя пластинами равна 900 В. Какую скорость приобретает электрон, пролетев из состояния покоя расстояние между пластинами?

876. 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?

877. Какого радиуса должен быть шар, чтобы его можно было зарядить в воздухе до потенциала 1 МВ (см. задачу 876)?

## Емкость. Конденсаторы

878. Приблизьте палец к шару заряженного электроскопа. Листочки сойдутся. Уберите палец, и листочки снова разойдутся. Как объяснить результаты опыта?

879. Уединенному проводнику сообщили заряд  $1 \cdot 10^{-9}$  Кл, зарядив до потенциала 100 В. Определить емкость проводника в фарадах, микрофарадах и пикофарадах.

880. Определить емкость уединенного металлического шара радиусом 10 см, если шар находится в вакууме? опущен в воду?

881. Рассматривая земной шар как уединенный проводник, определить его емкость ( $R = 6400$  км).

882. Емкости 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?

883. Электрический заряд на одном шарике  $20 \cdot 10^{-8}$  Кл, а на другом  $10 \cdot 10^{-8}$  Кл. Емкость шариков 2,0 и 3,0 пФ соответственно. Найти окончательное распределение зарядов на шариках, после того как они будут соединены проволокой.

884. Какое количество электричества накопит конденсатор емкостью 1,0 мкФ, если его зарядить до напряжения 100 В? до напряжения 200 В?

885. Какова емкость конденсатора, который от источника напряжения 120 В получает заряд  $6,0 \cdot 10^{-6}$  Кл?

886. До какого напряжения нужно зарядить конденсатор емкостью 4,0 мкФ, чтобы ему передать заряд  $4,4 \cdot 10^{-4}$  Кл?

887. Одножильный бронированный кабель можно рассматривать как конденсатор цилиндрической формы. Укажите его обкладки. Что служит диэлектриком этого конденсатора?

888. Конденсатор подключен к аккумулятору. Расстояние между пластинами конденсатора уменьшили в 2 раза. Изменилась ли разность потенциалов между пластинами? напряженность поля между пластинами? заряд конденсатора?

889. Конденсатор отключили от аккумулятора, после чего расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза. Как изменились заряд, напряженность поля и разность потенциалов между пластинами?

890. Площадь пластины слюдяного конденсатора  $15$  см<sup>2</sup>, а расстояние между пластинами 0,02 см. Какова емкость конденсатора?

891. В плоском конденсаторе увеличили расстояние между пласти-

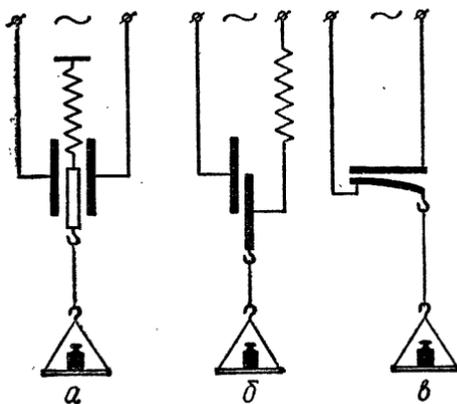


Рис. 112

нами в 3 раза, а площадь пластин уменьшили в 2 раза. Как изменилась емкость конденсатора?

892. Какова толщина диэлектрика (слоды) между пластинами конденсатора емкостью 500 пФ, имеющего две пластины площадью по 10 см<sup>2</sup> каждая?

893\*. В пространстве между пластинами плоского воздушного конденсатора вводится параллельно им третья пластина. Изменится ли в связи с этим электроемкость конденсатора?

894. Почему электролитические конденсаторы могут иметь

большую емкость, чем конденсаторы других типов?

895. При изготовлении конденсатора емкостью 200 пФ на пропарафиненную бумагу толщиной 0,2 мм наклеивают с обеих сторон по кружку алюминиевой фольги. Каким должен быть диаметр кружков?

896. Диэлектриком в конденсаторе служит пропарафиненная бумага толщиной 0,15 мм с пробивной напряженностью 15 кВ/мм. Каково максимально допустимое напряжение, которое можно подвести к конденсатору при запасе электрической прочности 2,25?

897. Для измерения малых сил применяют конденсаторный микродинмометр. На рисунке 112 показаны три варианта такого прибора. Какой принцип положен в основу устройства каждого варианта?

898. Имеются два конденсатора  $C_1 = 2,0$  мкФ и  $C_2 = 4,0$  мкФ. Какова общая емкость при их параллельном соединении? при последовательном соединении?

899. Имеются конденсаторы емкостью 4,0; 5,0; 10 и 20 мкФ. Какова общая емкость при их параллельном соединении? при последовательном соединении?

900. Определить емкость батареи конденсаторов, соединенных по схеме, приведенной на рисунке 113, если  $C_1 = 10$  мкФ,  $C_2 = 15$  мкФ,  $C_3 = 6,0$  мкФ и  $C_4 = 2,0$  мкФ.

901. Определить общую емкость батареи конденсаторов, включенных по схеме, приведенной на рисунке 114, если  $C_1 = 4$  мкФ,  $C_2 = 6$  мкФ,  $C_3 = 10$  мкФ и  $C_4 = 5$  мкФ. Числа в условии задачи считать точными.

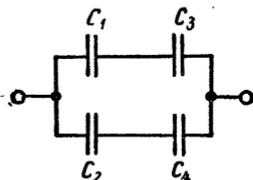


Рис. 113

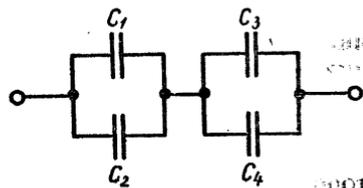


Рис. 114

902\*. Конденсатор емкостью  $C_1 = 2$  мкФ заряжают до напряжения  $U_1 = 110$  В. Затем, отключив от сети, его присоединяют к незаряженному конденсатору неизвестной емкости  $C_2$ , который при этом заряжается до напряжения  $U_2 = 44$  В. Определить емкость  $C_2$  второго конденсатора.

903. Конденсатор переменной емкости состоит из 12 пластин площадью  $10$  см<sup>2</sup> каждая. Воздушный зазор между смежными пластинами равен  $1$  мм. Какова полная емкость конденсатора?

904. Как проверить исправность конденсатора переменной емкости (нет ли касания пластин) с помощью лампочки и батарейки от карманного фонаря? Выполните такую проверку.

905. Определить энергию электрического поля плоского конденсатора емкостью  $20,0$  мкФ, если напряжение, приложенное к конденсатору,  $220$  В.

906. Заряд конденсатора  $3,2 \cdot 10^{-3}$  Кл, напряжение между его обкладками  $500$  В. Определить энергию электрического поля конденсатора.

907. Емкость конденсатора  $6,0$  мкФ, а заряд  $3,0 \cdot 10^{-4}$  Кл. Определить энергию электрического поля конденсатора.

908. 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?

909. Воздушный конденсатор заряжен от источника напряжения и отключен от него. После этого расстояние между пластинами увеличили вдвое. Как изменилась энергия электрического поля конденсатора?

910. Какое количество теплоты выделяется в проводнике при разряде через него конденсатора емкостью  $100$  мкФ, заряженного до разности потенциалов  $1,2$  кВ?

911. Импульсную стыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью  $1000$  мкФ, заряженного до напряжения  $1500$  В. Какова средняя полезная мощность разрядного импульса, если его длительность  $2$  мкс и КПД установки равен  $4\%$ ?

912. Конденсатор емкостью  $5$  мкФ заряжают до  $60$  В, как показано на рисунке 115. 1. По графику определить работу, совершенную при зарядке: 2. Чем на графике характеризуется емкость конденсатора? 3. Как изменится вид графика, если диэлектрик конденсатора заменить другим, имеющим большую диэлектрическую проницаемость?

913. Конденсатор подключен к источнику напряжения. 1. Разрядится ли конденсатор, если отсоединить любую обкладку от источника? отсоединить обе обкладки от источника? заземлить одну из обкладок, отключив конденсатор от источника? отключив конденсатор от источника, замкнуть проводником его обкладки? 2. Почему следует осторожно обращаться с обесточенными цепями, в которых имеются конденсаторы?

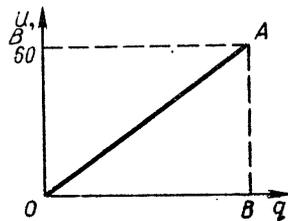


Рис. 115

## 2. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

### Сила тока. Закон Ома для участка цепи

914. Конденсатор емкостью 5 мкФ, заряженный до разности потенциалов 200 В, разрядился по проводу в 0,001 с. Какова средняя сила тока при разрядке?

915. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника в течение 5,0 с, если за этот промежуток времени ток равномерно возрастает от нуля до 12 А?

916. В проводнике течет постоянный ток. За 30 мин протекает электрический заряд 1800 Кл. Определить силу тока. За какое время при этой силе тока протечет заряд 600 Кл?

917. Автомобильный электродвигатель-стартер в течение 3 с работал от батареи аккумуляторов при силе тока 150 А. Когда автомобиль двинулся в путь, генератор стал подзаряжать аккумуляторы током 4,5 А. За какое время восстановится прежнее состояние батареи?

918. По проводнику сечением  $50 \text{ мм}^2$  течет ток. Средняя скорость дрейфа электронов проводимости  $0,282 \text{ мм/с}$ , а их концентрация  $7,9 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$ . Какова сила тока и плотность тока в проводнике?

919. 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 А.

920. Через серебряную проволоку сечением  $1 \text{ мм}^2$  течет ток 1 А. Вычислить среднюю скорость дрейфа электронов в этой проволоке, полагая, что каждый атом серебра дает один электрон проводимости.

921. 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?

922. В электронной быстродействующей счетной машине импульс тока от одного устройства к другому должен передаваться за  $10^{-9}$  с. Можно ли эти устройства соединить проводником длиной 40 см?

923. В однородном проводе  $AC$  постоянного сечения создано электрическое поле, и в нем течет ток (рис. 116). Докажите, что на участке  $AB$  напряжение больше, чем на участке  $BC$ .

924. В однородном проводе переменного сечения создано электрическое поле, и в нем течет ток (рис. 117). Длина участка  $AB$  равна длине участка  $BC$ . Докажите, что напряжение на участке  $AB$  меньше, чем на участке  $BC$ .

925. В проводнике переменного сечения (см. рис. 117) течет ток.

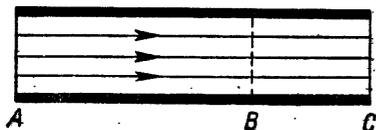


Рис. 116

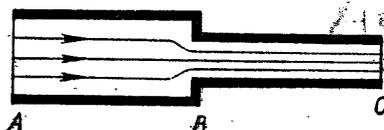


Рис. 117

Одинакова ли напряженность электрического поля на участках  $AB$  и  $BC$ ? Одинакова ли средняя скорость направленного движения электронов проводимости на обоих участках? Одинакова ли сила тока на участках?

### Сопротивление проводников.

#### Зависимость сопротивления от температуры

926. Кусок неизолированной проволоки сложили вдвое. Как изменилось сопротивление проволоки?

927. Квадратные медные пластины одинаковой толщины, площади которых  $1 \text{ см}^2$  и  $1 \text{ м}^2$ , включены в цепь (рис. 118). Доказать, что электрические сопротивления пластин одинаковы.

928. Фехралева проволока длиной  $2,5 \text{ м}$  и сечением  $0,50 \text{ мм}^2$  имеет сопротивление  $5,47 \text{ Ом}$ . Каковы удельное сопротивление и удельная электрическая проводимость фехраля?

929. Определить сопротивление и длину никелиновой проволоки массой  $88 \text{ г}$  и сечением  $0,50 \text{ мм}^2$ .

930. Определить площадь поперечного сечения и длину проволоки из алюминия, если ее сопротивление  $0,10 \text{ Ом}$  и масса  $54 \text{ г}$ .

931. Какова длина нихромовой проволоки в резисторе, если при подключении его в сеть с напряжением  $120 \text{ В}$  сила тока равна  $2,4 \text{ А}$ ? Сечение проволоки  $0,55 \text{ мм}^2$ .

932. После замыкания цепи сила тока в электрической лампе вначале изменялась так, как показано на рисунке 119. Объяснить причину такого изменения. Каково сопротивление нити электрической лампы в холодном и накаливаемом состоянии, если напряжение в сети постоянно и равно  $220 \text{ В}$ ?

933. 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.

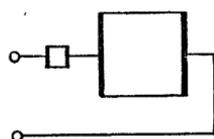


Рис. 118

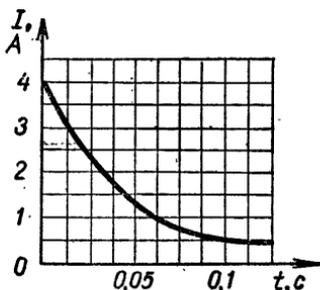


Рис. 119

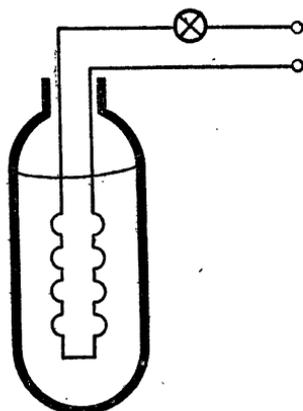


Рис. 120

934. Алюминиевая проволока при  $0^{\circ}\text{C}$  имеет сопротивление  $4,25\ \text{Ом}$ . Каково сопротивление этой проволоки при  $200^{\circ}\text{C}$ ?

935. 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  $0,005\ \text{K}^{-1}$ .

936. 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  $0,50\ \text{мм}$ , температурный коэффициент сопротивления  $0,00021\ \text{K}^{-1}$ , удельное сопротивление  $0,4 \cdot 10^{-6}\ \text{Ом} \cdot \text{м}$ ?

937. 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.

938. Почему лампочка ярко вспыхивает, если включенный последовательно с ней проволочный резистор поместить в жидкий гелий (рис. 120)?

### Последовательное и параллельное соединение проводников

939. Общее сопротивление двух проводников при последовательном соединении  $50\ \text{Ом}$ , а при параллельном  $12\ \text{Ом}$ . Найти сопротивление каждого проводника.

940. Четыре резистора с одинаковыми сопротивлениями, каждое

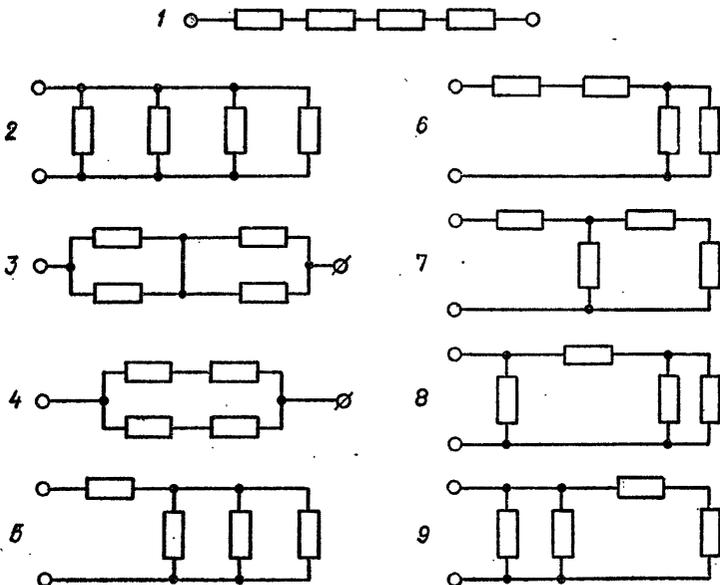


Рис. 121

из которых равно  $r$ , соединяют различными способами (рис. 121). Определить общее сопротивление во всех случаях.

941. Как измерить сопротивление данного вольтметра, если имеется другой вольтметр, сопротивление которого известно? Начертите схему.

942. Как измерить сопротивление данного амперметра, если имеется другой амперметр, сопротивление которого известно? Начертите схему.

943. Гальванометр с внутренним сопротивлением 50 Ом имеет предел измерения 0,25 В. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до 200 В?

944. Имеется амперметр со шкалой на 5 А. Что нужно сделать, чтобы превратить его в амперметр с пределом измерения 50 А? Внутреннее сопротивление прибора 0,100 Ом.

945. 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.

946\*. Найти распределение токов в цепи, приведенной на рисунке 122, 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.

947. К потенциометру (рис. 123) подведено постоянное напряжение 110 В. Сопротивление потенциометра 4 кОм, а сопротивление вольтметра 10 кОм. Движок поставлен посредине потенциометра. Какое напряжение показывает вольтметр?

948. Найти силу тока во всех резисторах (рис. 124) и в неразветвленной части цепи, а также подведенное к цепи напряжение  $U$ , если амперметр показывает 10 А,  $r_1 = 6,4$  Ом;  $r_2 = 4,2$  Ом;  $r_3 = 12$  Ом;  $r_4 = 6,0$  Ом;  $r_5 = 3$  Ом;  $r_6 = 8,0$  Ом,  $r_7 = 20$  Ом.

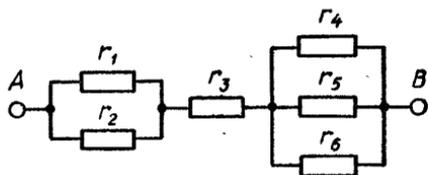


Рис. 122

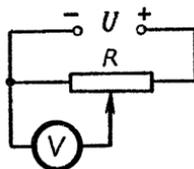


Рис. 123

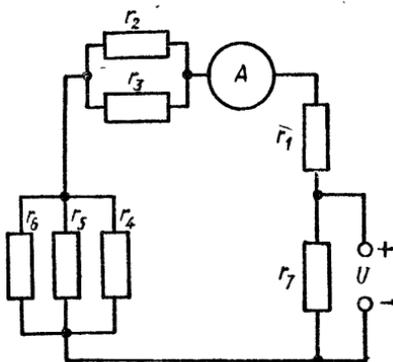


Рис. 124.

### Работа и мощность постоянного тока

949. Можно ли от аккумулятора получить при разрядке всю энергию, которая была затрачена при его зарядке?

950. Почему включение реостата понижает КПД электрической цепи?

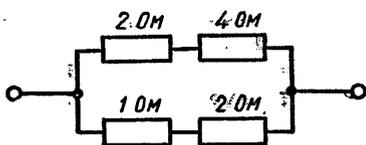


Рис. 125

951. В каком из четырех резисторов (рис. 125) при протекании тока выделится большее количество теплоты?

952. Найти работу тока в течение 1 мин и мощность тока, если:

а) сопротивление цепи  $2,0 \text{ Ом}$ , а сила тока  $100 \text{ мА}$ ;

б) сила тока  $5,0 \text{ А}$ , а напряжение на концах цепи  $0,10 \text{ кВ}$ ;

в) сопротивление цепи  $0,10 \text{ кОм}$ , а напряжение  $100 \text{ В}$ .

953. Два проводника сопротивлением  $10$  и  $23 \text{ Ом}$  включены в сеть напряжением  $100 \text{ В}$ . Какое количество теплоты выделится в каждую секунду в каждом проводнике, если их соединить: 1) последовательно; 2) параллельно?

954. Какова должна быть сила тока в нагревателе сопротивлением  $100 \text{ Ом}$ , чтобы в течение  $1 \text{ с}$  расплавился  $1,0 \text{ г}$  тающего льда? нагрелся  $1,0 \text{ г}$  воды от точки плавления до точки кипения? превратился в пар  $1,0 \text{ г}$  кипящей воды?

955\*. Какой длины и какого поперечного сечения необходимо взять нихромовую проволоку для изготовления электрического кипятильника на  $120 \text{ В}$ ,  $480 \text{ Вт}$ ? Допустимая плотность тока  $10 \text{ А/мм}^2$ .

### Электродвижущая сила.

#### Закон Ома для замкнутой цепи

956. Какова ЭДС источника, если сторонние силы совершают  $20 \text{ Дж}$  работы при перемещении  $10 \text{ Кл}$  электричества внутри источника от одного полюса к другому?

957. ЭДС источника равна  $12 \text{ В}$ . Какую работу совершают сторонние силы при перемещении  $50 \text{ Кл}$  электричества внутри источника от одного полюса к другому?

958. 1. Показать, что при коротком замыкании напряжение на зажимах источника равно нулю.

2. При каких двух значениях внешнего сопротивления цепи мощность тока в ней равна нулю?

959. ЭДС элемента  $1,5 \text{ В}$ , а внутреннее сопротивление  $0,50 \text{ Ом}$ . Какую наибольшую силу тока можно получить от этого элемента? Какой будет сила тока, если сопротивление внешней цепи равно:  $0,50 \text{ Ом}$ ,  $1,0 \text{ Ом}$ ,  $2,0 \text{ Ом}$ ?

960. Каково внутреннее сопротивление элемента, если его ЭДС равна  $1,2 \text{ В}$  и при внешнем сопротивлении  $5,0 \text{ Ом}$  сила тока равна  $0,20 \text{ А}$ ?

961. ЭДС батарейки от карманного фонаря равна  $3,7 \text{ В}$ , а внутреннее сопротивление  $1,5 \text{ Ом}$ . Батарейка замкнута на сопротивление  $11,7 \text{ Ом}$ . Каково напряжение на зажимах батарейки?

962. ЭДС батареи  $6,0 \text{ В}$ , ее внутреннее сопротивление  $0,5 \text{ Ом}$ , сопротивление внешней цепи  $11,5 \text{ Ом}$ . Найти силу тока в цепи, напряжение на зажимах батареи и падение напряжения внутри батареи.

963. К источнику тока, внутреннее сопротивление которого  $2 \text{ Ом}$ ,

подключены параллельно две лампочки сопротивлением 8 Ом каждая. Амперметр в неразветвленной части цепи показывает 2 А. Что покажет амперметр, если одна из ламп перегорит?

964. При подключенной внешней цепи напряжение на полюсах источника равно 9 В, а сила тока в цепи 1,5 А. Каково внутреннее сопротивление источника и сопротивление внешней цепи? ЭДС источника 15 В.

965. К полюсам источника с ЭДС 2,0 В и внутренним сопротивлением 0,80 Ом присоединен кусок никелиновой проволоки длиной 2,1 м и сечением 0,21 мм<sup>2</sup>. Каково напряжение на зажимах источника?

966. Какой длины нужно взять кусок стальной проволоки сечением 0,20 мм<sup>2</sup>, чтобы, присоединив его к полюсам элемента с ЭДС 2,0 В и внутренним сопротивлением 1,2 Ом, получить в цепи силу тока 250 мА?

967. 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 и его внутреннее сопротивление.

968. При сопротивлении внешней цепи 1 Ом напряжение на зажимах источника 1,5 В, а при сопротивлении 2 Ом напряжение 2 В. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

969. Напряжение на участке цепи 5 В, а сила тока 3 А. Когда напряжение повысили до 8 В, ток увеличился до 4 А. Имеется ли на данном участке источник ЭДС? Если такой источник есть, то сколь велика его ЭДС?

970. При зарядке батареи аккумуляторов сила тока равна 2,5 А, а напряжение на зажимах батарей 12,5 В. ЭДС батареи 12,0 В. Каково внутреннее сопротивление батарей?

971. Батарея аккумуляторов подключена для зарядки к источнику с напряжением 12 В. Внутреннее сопротивление батареи 1,0 Ом. Какова ЭДС батареи, если при зарядке сила тока равна 500 мА?

972. В цепи, схема которой приведена на рисунке 126, вольтметр при первом положении переключателя показывает 2,0 В; при втором положении переключателя амперметр показывает 0,8 А. Сопротивление резистора  $R$  равно 2,0 Ом. Определить внутреннее сопротивление источника ЭДС. Сопротивлением амперметра и проводимостью вольтметра пренебречь.

973. Генератор с ЭДС, равной 100 В, и внутренним сопротивлением 2,0 Ом в течение пяти часов заряжает батарею аккумуляторов. ЭДС батареи 75 В, внутреннее сопротивление 0,15 Ом. Сопротивление проводящих проводов 0,35 Ом. Найти напряжение на зажимах генератора и напряжение на зажимах аккумуляторной батареи во время зарядки. Какое количество электричества проходит через аккумуляторную батарею за 5 ч?

974\*. ЭДС источника 2,0 В, его внутреннее сопротивление 1,0 Ом. Какая сила тока в цепи,

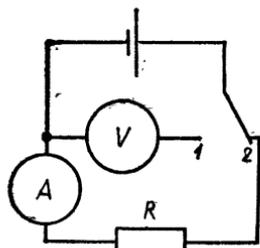


Рис. 126

если мощность тока во внешней цепи 0,75 Вт? Объяснить смысл двух ответов.

975\*. К полюсам элемента присоединяют поочередно проволочные спирали сопротивлением 4 Ом и 9 Ом. В обоих случаях мощность электрического тока в спиралях оказывается одинаковой. Определить внутреннее сопротивление элемента.

976. Четыре аккумулятора, каждый из которых имеет ЭДС 2,0 В и внутреннее сопротивление 0,80 Ом, соединены в батарею последовательно. К полюсам батареи присоединен проводник сопротивлением 4,8 Ом. Найти силу тока и полную мощность тока во всей цепи.

977. Три элемента, каждый из которых имеет ЭДС 2 В и внутреннее сопротивление 0,35 Ом, соединены в батарею последовательно.

К полюсам подключены два проводника сопротивлением 2,0 и 8,0 Ом, соединенные между собой параллельно. Определить напряжение на зажимах батареи и силу тока в каждом из проводников.

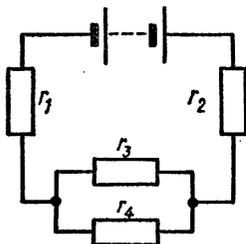


Рис. 127

978. Два элемента, каждый из которых имеет внутреннее сопротивление 0,50 Ом и ЭДС 1,5 В, соединены в батарею параллельно. К полюсам батареи подключены два проводника сопротивлением 1,0 и 3,0 Ом, соединенные между собой параллельно. Найти силу тока в каждом из проводников, если сопротивление соединительных проводников (считая от узлов параллельного соединения) 4,0 Ом.

979. ЭДС батареи (рис. 127) 3,0 В, ее внутреннее сопротивление 1,0 Ом, сопротивления резисторов:  $r_1 = r_2 = 1,75$  Ом,  $r_3 = 2,0$  Ом,  $r_4 = 6,0$  Ом. Какова сила тока в резисторе  $r_4$ ?

980. Внутреннее сопротивление батареи (рис. 128) относительно мало, а сопротивление вольтметра 200 Ом. Какое напряжение показывает вольтметр?

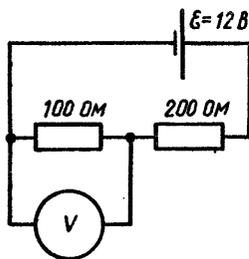


Рис. 128

981. Каковы сопротивления  $r_1$  и  $r_2$  (рис. 129), если ЭДС источника 12 В, напряжение на лампочке 6,0 В, ее сопротивление 9,0 Ом и ток в неразветвленной части цепи 2,0 А? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

982\*. При подключении к источнику 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 последовательно, сила тока в цепи стала равной 0,60 А. Найти сопротивления проводников. Внутреннее сопротивление источника принять равным нулю.

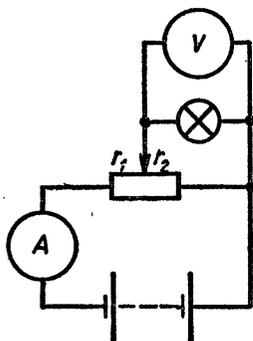


Рис. 129

983\*. Какое напряжение покажет вольт-

метр, присоединенный к точкам  $A$  и  $D$ ,  $B$  и  $E$ ,  $C$  и  $F$  (рис. 130)? Данные считать числами точными.

### 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

#### Электрический ток в металлах

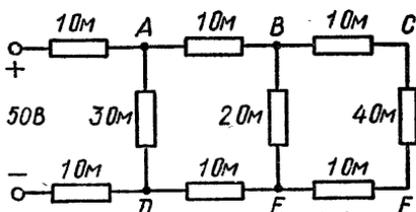


Рис. 130

984. С какой частотой следует вращать металлический диск радиусом 25 см (рис. 131), чтобы можно было обнаружить разность потенциалов между осью и краем диска, возникшую благодаря центробежному эффекту? Чувствительность гальванометра  $10^{-6}$  В.

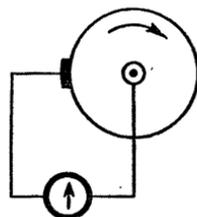


Рис. 131

985. Определить концентрацию электронов проводимости в меди, приняв число их равным числу атомов.

986. Какая сила действует на каждый электрон проводимости в проводе, к концам которого приложено напряжение 100 В, если длина провода 4,0 м?

987. Определить плотность тока<sup>1</sup> в стальном проводе длиной 20 м, если напряжение на концах проводника 12 В.

988. Определить напряженность электрического поля в медном проводе, если плотность тока в нем 5,0 А/мм<sup>2</sup>.

989. Какова сила и плотность тока в алюминиевом проводе сечением 2,0 мм<sup>2</sup>, если напряженность электрического поля в нем равна 1,0 В/м?

990. Какова скорость упорядоченного движения электронов в медном проводнике при плотности тока 1 А/мм<sup>2</sup>?

#### Электрический ток в жидкостях

991. Стекланная U-образная трубка длиной 385 мм с площадью поперечного сечения канала 100 мм<sup>2</sup> наполнена 10-процентным раствором серной кислоты ( $H_2SO_4$ ). Найти сопротивление раствора.

992. Какова скорость движения ионов в электролите, если концентрация их в растворе  $10^{22}$  см<sup>-3</sup>, площадь каждого электрода 50 см<sup>2</sup> и сила тока 1,0 А?

993. Пользуясь первым законом Фарадея, определить массу иона водорода.

994. За 10 мин в гальванической ванне выделилось 0,67 г серебра.

<sup>1</sup>Плотностью тока называется отношение силы тока  $I$  к площади  $S$  поперечного сечения проводника:  $j = \frac{I}{S}$ .

Амперметр, включенный последовательно с ванной, показывал 0,90 А. Верно ли показание амперметра?

995. При электролизе раствора соляной кислоты (HCl) на катоде выделился 1,00 г водорода. Сколько за это же время выделилось на аноде хлора?

996. За какое время при электролизе воды выделится 1 г водорода ( $k = 0,01$  мг/Кл), если сила тока равна 1 А? Сколько за это время выделится кислорода?

997. Какой толщины слой никеля отложится на чайнике за 2,4 ч его никелирования, если плотность тока 100 А/м<sup>2</sup>?

998. Электрополирование стальной поверхности происходит при анодной плотности тока 5,0 кА/м<sup>2</sup>. В течение 10 мин снимается слой стали толщиной 0,10 мм. Вычислить электрохимический эквивалент железа, если выход по току<sup>1</sup> равен 0,87.

999. 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?

1000. В медной ванне за 20 мин выделилось 1,98 г меди. Определить мощность, идущую на нагрев электролита. Сопротивление раствора в ванне 0,8 Ом.

1001. Сколько хлора ежечасно вырабатывает завод, если мощность тока, протекающего через ванны,  $1 \cdot 10^5$  Вт при напряжении 120 В? Выход по току 90%.

1002. В электролитической ванне, содержащей раствор азотно-кислого серебра (AgNO<sub>3</sub>), течет ток 10 мА. Сколько атомов серебра выделится на катоде в 1,0 с?

1003. Через ванну в течение 10 мин протекал ток 1,0 А. Сколько атомов металла отложилось на катоде, если металл двухвалентен? Сколько это составляет киломолей?

1004. При электролизе на катоде выделился 1 моль некоторого металла. При этом через раствор протекло  $1,93 \cdot 10^5$  Кл электричества. Найти валентность металла.

1005. При токе 2,5 А за 20 мин в электролитической ванне выделилось 1017 мг двухвалентного металла. Какова его атомная масса?

1006. Электрохимический эквивалент водорода равен 0,01044 мг/Кл. Вычислить электрохимические эквиваленты хлора, натрия и алюминия.

1007. Две ванны с растворами сернокислой меди (CuSO<sub>4</sub>) и хлористой меди (CuCl) соединены последовательно. Одинаковая ли масса меди выделяется в ваннах при протекании тока?

1008. Зная число Фарадея, найдите число Авогадро.

1009. Почему при включении электролитического конденсатора необходимо строго соблюдать полярность?

<sup>1</sup> Выход по току — это отношение количества фактически выделившегося вещества при электролизе к тому количеству, которое должно выделиться согласно закону Фарадея.

1010. Почему на электрифицированных железных дорогах положительный полюс источника напряжения соединяют с воздушным проводом, а отрицательный — с рельсами?

### Электрический ток в газах

1011. Почему опасно коснуться голых электрических проводов руками, особенно мокрыми?

1012. От чего зависит сила тока насыщения в газе (участок АВ на рисунке 132) — от приложенного напряжения или от действия ионизатора?

1013. Сколько пар ионов возникает под действием ионизатора ежесекундно в  $1,0 \text{ см}^3$  разрядной трубки, в которой течет ток насыщения  $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ мА}$ ? Площадь каждого плоского электрода  $11,0 \text{ дм}^2$  и расстояние между ними  $5,0 \text{ мм}$ .

1014. При каком расстоянии между пластинами площадью по  $100 \text{ см}^2$  установится ток насыщения  $1,0 \cdot 10^{-10} \text{ А}$ , если ионизатор образует в  $1 \text{ см}^3$  газа  $12,5 \cdot 10^6$  пар ионов в  $1 \text{ с}$ ?

1015. Какой скорости должны достигать электроны к моменту соударений с молекулами, чтобы в азоте началась ионизация ударом? Энергия ионизации молекул азота  $14,5 \text{ эВ}$ .

1016. Какой должна быть напряженность электрического поля, чтобы при длине свободного пробега  $0,5 \text{ мкм}$  электрон смог ионизировать атом газа с энергией ионизации  $2,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ ?

1017. Электрон, движущийся со скоростью  $1,83 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ , влетел в однородное электрическое поле в направлении, противоположном направлению напряженности поля. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если энергия ионизации  $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ ?

1018. Как при помощи неоновой лампы определить знаки полюсов источника ЭДС? Сделайте это.

1019. Почему для уменьшения потерь электроэнергии на коронный разряд в линиях электропередачи высокого напряжения применяют провода возможно большего диаметра?

1020. Как разрядник (рис. 133) защищает линию электропередачи от грозных разрядов?

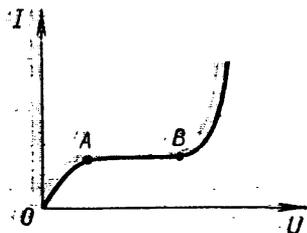


Рис. 132

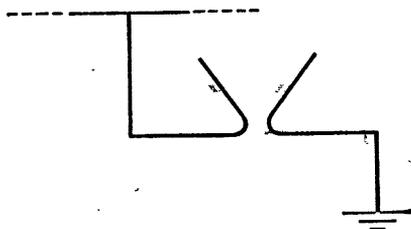


Рис. 133

## Электрический ток в вакууме

1021. Почему в дымоходе раскаленные частички угля несут на себе электрический заряд? Каков знак заряда?

1022. Наполните электроскоп дымом и поднесите к стержню наэлектризованную эбонитовую палочку: дым оседает на стержне. Почему? Получится ли тот же эффект, если к электроскопу поднести стеклянную палочку?

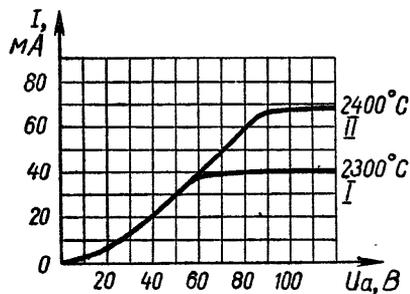


Рис. 134

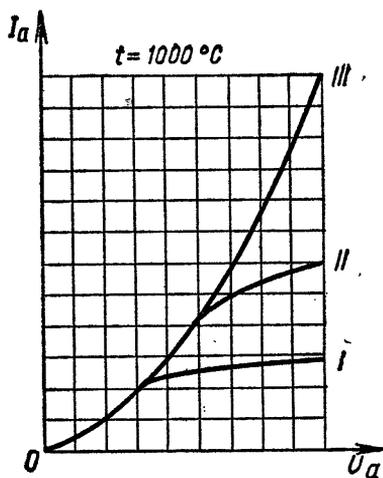


Рис. 135

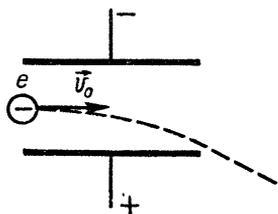


Рис. 136

1023. 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?

1024. Максимальный анодный ток в ламповом диоде равен 50 мА. Сколько электронов вылетает из катода каждую секунду?

1025. В диоде электроны ускоряются до энергии 100 эВ. Какова их минимальная скорость у анода лампы?

1026. Скорость движения электронов между электродами в диоде доходит до  $10^4$  км/с, а в металлических проводниках анодной цепи скорость направленного движения электронов не более долей миллиметра в секунду. Одинакова ли сила тока в лампе и в проводниках, составляющих анодную цепь?

1027. На рисунке 134 показана вольт-амперная характеристика диода при различных температурах вольфрамового катода (линии I и II). Какова сила тока в анодной цепи при анодном напряжении 50 В? при анодном напряжении 100 В? Почему во втором случае ответ не однозначен?

1028. На рисунке 135 даны характеристики диодов с катодами из вольфрама (I), из вольфрама, покрытого слоем тория (II), из вольфрама, покрытого слоем смеси окислов бария, кальция,

кремния (III). Все три 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?

1029. 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)  $0,20 \cdot 10^8$  см/с? Сколько времени электрон движется между электродами, если расстояние между ними 10 мм?

1030. Как проверить радиолампу на целостность нити накала? На отсутствие замыкания между электродами? Сделайте это с помощью авометра.

1031. Электронный пучок проходит между пластинами конденсатора (рис 136) 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?

1032. Электрон влетает со скоростью  $6,0 \cdot 10^7$  м/с в плоский конденсатор параллельно его пластинам (см. рис. 136). Расстояние между пластинами 1,0 см, длина конденсатора 5 см, разность потенциалов на пластинах 600 В. Найти отклонение электрона сразу за пластинами конденсатора.

1033. Какими способами можно: 1) увеличить скорость электронов в пучке; 2) изменить направление движения электронов; 3) затормозить движущиеся электроны?

1034. Какое напряжение в электроннолучевой трубке нужно подать на горизонтально отклоняющие пластины и какое на вертикально отклоняющие пластины, чтобы получить на экране отклонения луча на 50 мм по каждому из направлений? Чувствительность трубки по горизонтальному отклонению луча 0,20 мм/В, а по вертикальному 0,28 мм/В.

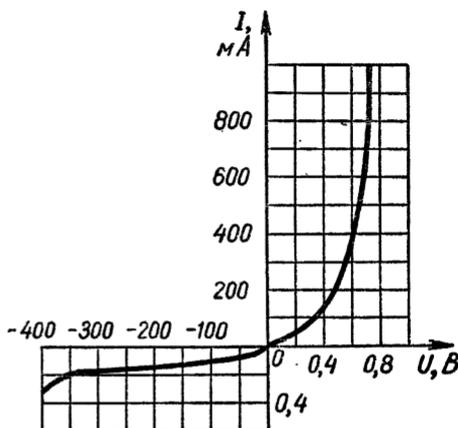


Рис. 137

### Электрический ток в полупроводниках

1035. Почему с повышением температуры электролитов и полупроводников их сопротивление уменьшается?

1036. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?

1037. Вследствие нагревания сопротивление полупроводника уменьшилось на 20%. На сколько процентов в связи с этим увеличится ток в нем?

1038. При температуре 20°C концентрация электронов проводимости в германии  $1,0 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ . Какая доля его атомов ионизирована? Считать, что при ионизации удаляется в среднем лишь один из валентных электронов атома.

1039. 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.

1040. 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.

1041. Каким должно быть удельное содержание примеси алюминия в кремнии (по массе в %), чтобы концентрация «дырок» в нем равнялась  $5,0 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ? Принять, что каждый атом алюминия участвует в образовании «дырки».

1042. В четырехвалентный германий в качестве примеси вводят: 1) пятивалентный мышьяк; 2) трехвалентный индий. Каким будет основной ток в германии в каждом случае: электронным или дырочным?

1043. Какого типа будет проводимость германия, если к нему добавить в качестве примеси фосфор? цинк? калий?

1044. Получится ли  $p$  —  $n$ -переход, если вплавить олово в германий или кремний?

1045. Несмотря на равенство концентраций электронов и дырок в полупроводнике с собственной проводимостью, электронный ток все же больше дырочного. Объяснить почему.

1046. 1. На рисунке 137 дана вольт-амперная характеристика германиевого диода ДГ-Ц27. Какая часть характеристики отражает

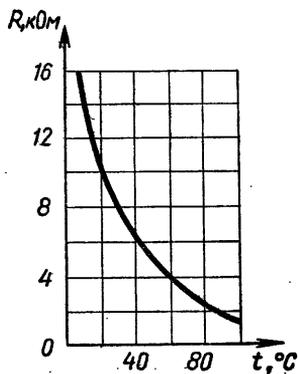


Рис. 138

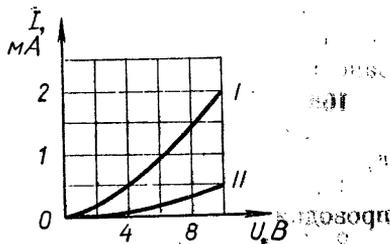


Рис. 139

зависимость тока от напряжения в пропускном направлении? в запирающем направлении?

2. Почему неудобно вольт-амперную характеристику полупроводникового диода показывать в одном масштабе для прямого и обратного тока?

1047. На рисунке 138 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?

1048. Почему сопротивление металлов при освещении практически не меняется?

1049. На рисунке 139 представлены вольт-амперные характеристики освещенного (график I) и затемненного (график II) фоторезистора. В каком случае сопротивление фоторезистора больше? Справедлив ли закон Ома для данного фоторезистора?

1050. Количество энергии, достигающей поверхности Земли от Солнца, характеризуется величиной  $\approx 8,4$  Дж/см<sup>2</sup> в 1 мин. Какую площадь должна иметь солнечная полупроводниковая электрическая батарея мощностью 100 Вт? КПД батарей равен 20%.

#### 4. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКОВ

##### Магнитные взаимодействия

1051. Каковы направления токов в параллельных проводах, если силы взаимодействия направлены так, как показано на рисунках 140, а, б?

1052. Как взаимодействуют параллельные токи, направленные так, как указано на рисунках 141, а, б, в?

1053. Как взаимодействуют два воздушных провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются друг от друга?

1054. Почему струя жидкого расплавленного металла при пропускании по ней тока сужается?

1055. Определить направление магнитного поля и полюсы магнитов, если магнитная стрелка установилась так, как показано на рисунке 142.

1056. Определить направление магнитного поля и полюсы магнитов, если рамка с током повернулась и установилась так, как показано на рисунке 143.

1057. Почему в опыте Эрстеда магнитные стрелки расположились так, как показано на рисунке 144? Показать направление линий индукции магнитного поля тока и направление тока в проводнике.

1058. 1. Каково направление магнитного поля тока, текущего в проводнике (рис. 145, а)?

2. В каком направлении течет ток в проводнике (рис. 145, б)?

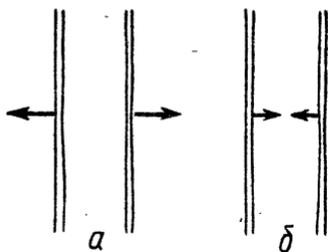


Рис. 140

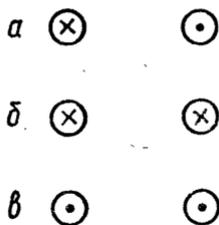


Рис. 141

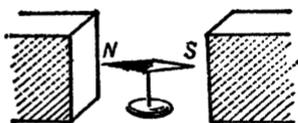


Рис. 142

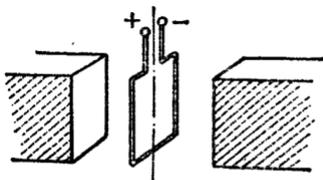


Рис. 143

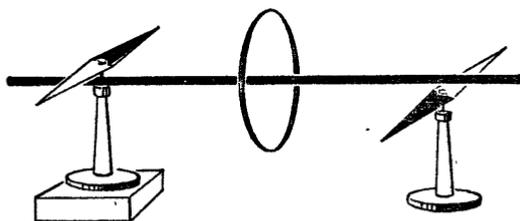


Рис. 144

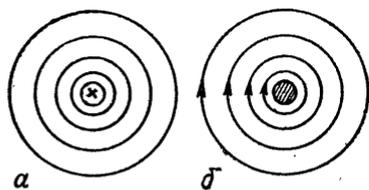


Рис. 145

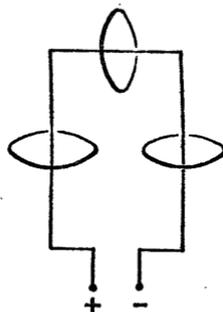


Рис. 146

1059. Показать направление линий индукции магнитного поля рамки с током (рис. 146).

1060. Направление тока в обмотке дугообразного электромагнита показано стрелками (рис. 147). Определить полюсы сердечника.

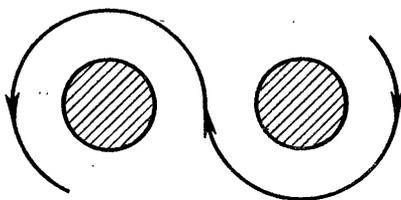


Рис. 147

1061\*. Проволока, по которой течет ток, перематывается с одной катушки на другую. Скорость перемотки равна, но противоположно направлена скорости дрейфа электронов по проволоке. Существует ли магнитное поле вокруг проволоки в этом случае?

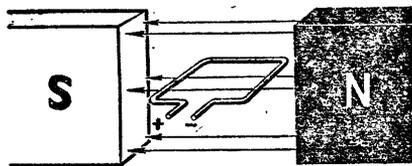


Рис. 148

### Магнитная индукция поля. Закон Ампера

1062. На рисунке 145, а показано магнитное поле прямого тока. Каково направление сил, действующих в этом поле на полюсы магнитной стрелки?

1063. 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. 148).

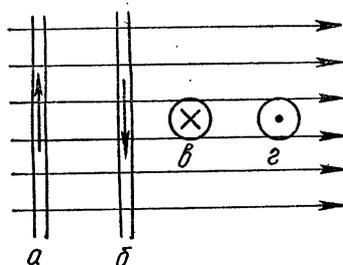


Рис. 149

1064. В магнитное поле внесены четыре провода с токами, направления которых показаны на рисунке 149. Каково направление силы Ампера, действующей на каждый провод?

1065. Определить наибольшее и наименьшее значение силы, действующей на провод длиной 0,60 м с током 10 А при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1,5 Тл.

1066. Какая сила действует на провод длиной 10 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2,6 Тл, если ток в проводе 12 А, а угол между направлением тока и линиями магнитной индукции  $90^\circ$  и  $30^\circ$ ?

1067. На проводник длиной 50 см с током 2,0 А однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,10 Тл действует с силой 0,050 Н. Вычислить угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

1068. Какова сила тока в проводе, если однородное магнитное поле с магнитной индукцией 2,0 Тл действует на его участок длиной 20 см с силой 0,75 Н? Угол между направлением линий магнитной индукции и проводником с током  $49^\circ$ .

1069. На провод обмотки якоря электродвигателя при силе тока 20 А действует сила 1,0 Н. Определить магнитную индукцию в месте расположения провода, если длина провода 0,20 м.

1070. Подключите к батарее школьную маленькую модель электродвигателя. Почему не меняется направление вращения якоря, если поменять местами концы проводов, идущих от батарейки?

1071. Витки обмоток электрических генераторов или трансформаторов могут деформироваться и даже разорваться при прохождении по ним очень большого тока (тока короткого замыкания). Объясните явление.

1072. Стальной корпус морских судов намагничивается в магнитном поле Земли. Плавающие в море мины взрываются при приближении такого судна. Чтобы уберечь корабль от мины, корпус судна обвивают кабелем с током. В чем суть такого способа защиты судна?

### Сила Лоренца

1073. Поднесите магнит к экрану работающего телевизора. Результат опыта объясните.

1074. Действует ли сила Лоренца: 1) на незаряженную частицу в магнитном поле; 2) на заряженную частицу, покоящуюся в магнитном поле; 3) на заряженную частицу, движущуюся вдоль линии магнитной индукции поля?

1075. Скорость электрона  $e$  направлена из-за чертежа к читателю (рис. 150). В каком направлении отклонится электрон под действием магнитного поля?

1076. В какую сторону отклонится горизонтальный пучок положительных ионов, если к нему сверху поднести магнит (рис. 151)?

1077. На рисунке 152 показаны движения одинаково заряженных частиц в однородном магнитном поле. Как направлена была начальная скорость каждой частицы при входе в магнитное поле?

1078\*. Почему параллельные провода, по которым текут одинаково направленные токи, всегда притягиваются, а параллельные электронные пучки, в которых электроны движутся в одном и том же направлении, могут отталкиваться?

1079. Электрон движется в вакууме со скоростью  $3,0 \cdot 10^6$  м/с в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,10 Тл. Чему

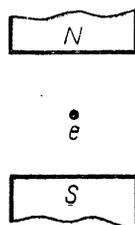


Рис. 150

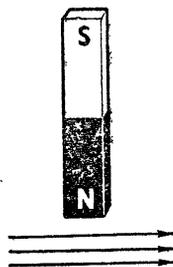


Рис. 151

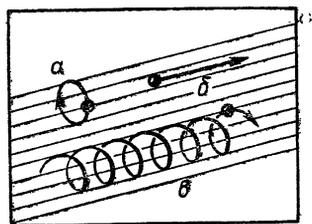


Рис. 152

равна сила, действующая на электрон, если угол между направлениями скорости электрона и направлением магнитной индукции равен  $90^\circ$ ?

1080. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл; его скорость равна  $10 \cdot 10^3$  км/с и направлена перпендикулярно к линиям индукции. Определить силу, действующую на электрон, и радиус окружности, по которой он движется.

1081. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В, влетает в однородное магнитное поле, магнитная индукция которого равна 0,330 Тл, и движется по окружности. Найти радиус окружности. Будет ли изменяться энергия протона при движении в этом магнитном поле?

1082. Одновалентный ион начинает двигаться из состояния покоя и проходит ускоряющую разность потенциалов  $U$ . Попадая затем в однородное магнитное поле с индукцией  $B$ , ион описывает окружность радиусом  $R$ . Найти импульс  $p$  иона, его скорость  $v$  и массу  $m$ .

1083. 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.

1084. 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.

1085\*. В телевизионной трубке (рис. 153) две катушки отклоняют электронный луч в горизонтальном направлении. Каким должно быть направление тока в обмотках катушек, чтобы пятно на экране сместилось от нас?

1086. В масс-спектрометре одноразово ионизированная частица движется со скоростью 956 км/с по окружности диаметром 20 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,10 Тл. Найти массу частицы. Какая это частица?

1087. Электрон начинает двигаться в электрическом поле из состояния покоя и, пройдя разность потенциалов 220 В, попадает в однородное магнитное поле с индукцией  $5,0 \cdot 10^{-3}$  Тл, где он движется по круговой траектории радиусом  $1,0 \cdot 10^{-2}$  м. Определить массу электрона.

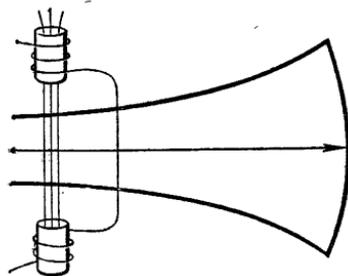


Рис. 153

## 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

### Магнитный поток. Правило Ленца

1088. Магнитный поток через полюсы линейного и дугообразного магнитов школьного типа равен  $4,0 \cdot 10^{-5}$  и  $5,0 \cdot 10^{-5}$  Вб соответственно. Определить магнитную индукцию у полюсов каждого из этих магни-

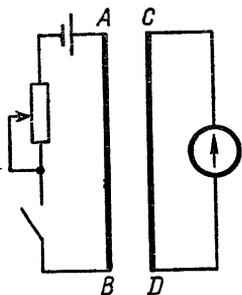


Рис. 154

тов. Недостающие данные найти измерением.

1089. 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  $0$ ,  $45$  и  $90^\circ$ .

1090. Определить направление индукционного тока в проводнике  $CD$  (рис. 154) в случаях, когда: 1) цепь проводника  $AB$  замыкают, размыкают; 2) ручку реостата в замкнутой цепи проводника  $AB$  перемещают вверх, вниз; 3) прямолинейные части контуров  $AB$  и  $CD$  сближают, удаляют.

### Закон электромагнитной индукции

1091. В замкнутом витке проводника сопротивлением  $2 \cdot 10^{-2}$  Ом мгновенное значение индукционного тока равно 5А. Какова ЭДС индукции?

1092. 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?

1093. 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?

1094. 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.

1095. В соленоиде из 80 витков проволоки магнитный поток за 5,0 мс равномерно изменился от  $3 \cdot 10^{-3}$  до  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Вб. Найти ЭДС индукции.

1096. Магнитный поток, пронизывающий катушку, изменяется со временем, как показано на рисунке 155. Начертить график изме-

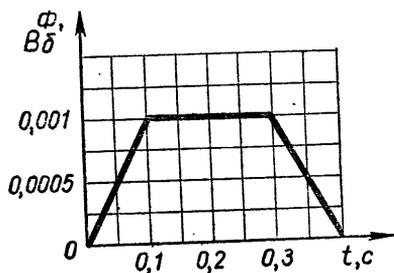


Рис. 155

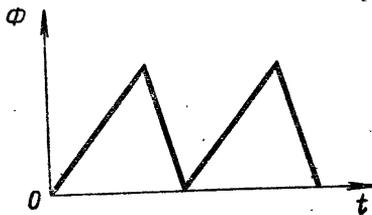


Рис. 156

нения ЭДС индукции, наводимой в катушке. Каково максимальное значение ЭДС индукции, если в катушке 400 витков проволоки?

1097. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, изменяется, как показано на графике, приведенном на рисунке 156. Показать ход графика изменения наводимой в контуре ЭДС.

1098. Ток в проводе  $AB$  (см. рис. 154) нарастает прямо пропорционально времени. Какова зависимость силы тока от времени во втором параллельном проводе  $CD$ , индуктивно связанном с первым?

1099. 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 электростатических полей?

1100. Возникает ли индукционный ток в витке проволоки, если переменный магнитный поток пронизывает не всю площадь, ограниченную контуром витка (рис. 157)?

1101. Будет ли изменяющееся магнитное поле индуцировать ЭДС в витке бронированного (покрытого стальной оболочкой) провода? Не будет ли броня и магнитной защитой?

1102\*. 1. Почему в телефонной линии может быть слышна работа телеграфа или телефонный разговор, происходящие по соседней линии (рис. 158,  $a$ )?

2. Почему для уменьшения помех телефонную линию делают двухпроводной?

3. Для чего провода телефонной линии перекрещивают (рис. 158,  $b$ )?

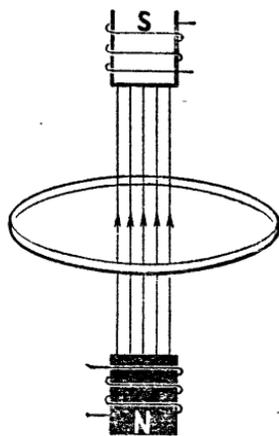


Рис. 157

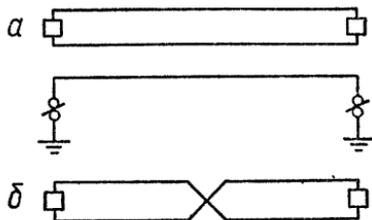


Рис. 158

### ЭДС индукции в движущихся проводниках

1103. Каково направление индукционного тока в случаях, изображенных на рисунках 159,  $a$ ,  $b$ ,  $в$ ,  $г$ ? Направление движения каждого проводника показано стрелкой.

1104. В магнитном поле с индукцией  $25$  Тл перпендикулярно линиям индукции движется со скоростью  $0,50$  м/с проводник длиной  $1,2$  м. Найти ЭДС индукции в проводнике.

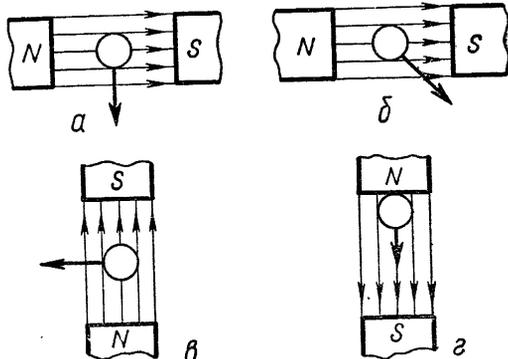


Рис. 159

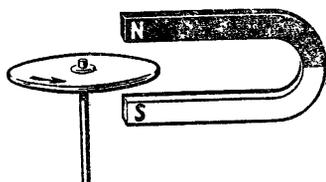


Рис. 160

1105. Перпендикулярно линиям индукции перемещается проводник длиной 1,8 м со скоростью 6,0 м/с. ЭДС индукции в проводнике равна 1,44 В. Найти магнитную индукцию поля.

1106. Катушка перемещается в магнитном поле, индукция которого 2,0 Тл, со скоростью 0,60 м/с. ЭДС индукции равна 24 В. Найти активную длину проводника в обмотке катушки, если витки катушки перемещаются перпендикулярно линиям индукции.

1107. Между полюсами дугообразного магнита вращается алюминиевый диск (рис. 160) в направлении, указанном стрелкой. Каково направление

индукционного тока: к центру или от центра диска?

1108. Будет ли магнитное поле Земли индуцировать токи в металлических деталях искусственного спутника Земли, движущегося в плоскости экватора? движущегося в плоскости, проходящей через полюсы? Как эти токи будут влиять на движение спутника?

1109. Модель электродвигателя запустите на холостой ход. Почему нагревается обмотка якоря, если пальцем затормозить вращение якоря?

### Самоиндукция. Индуктивность

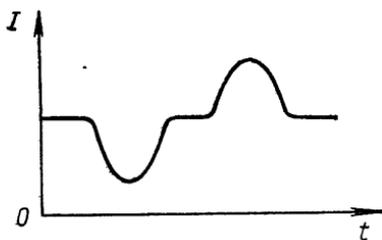
1110. Почему при отрыве трамвайного бугеля от воздушного провода возникает искрение? Почему искрение незначительно, если трамвай движется с выключенным двигателем и ток поступает только в осветительную сеть вагона?

1111. При электросварке применяется стабилизатор — катушка со стальным сердечником, включаемая последовательно с дугой. Почему такая катушка обеспечивает устойчивое горение дуги?

1112. Электромагнит с разомкнутым сердечником включен в цепь постоянного тока. При замыкании сердечника якорем происходит кратковременное уменьшение силы тока в цепи. Почему?

1113. В катушку, соединенную с аккумулятором и амперметром, быстро вдвигают немагнитный стальной стержень. График изме-

нения силы тока в катушке представлен на рисунке 161. Объяснить изменения силы тока в катушке на основании правила Ленца.



1114. Какова индуктивность витка проволоки, если при токе 6,0 А создается магнитный поток 12 мВб? Зависит ли индуктивность витка от силы тока в нем?

1115. В катушке из 150 витков проволоки течет ток 7,5 А. При этом создается магнитный поток 2,0 мВб. Какова индуктивность катушки? Изменится ли индуктивность, если в катушку ввести стальной сердечник?

Рис. 161

1116. 1. Какой формы должны быть катушки для получения большой индуктивности?

2. Как сделать намотку, чтобы получить безындуктивную катушку?

1117. При помощи реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке со скоростью 100 А/с. Индуктивность катушки 200 мГн. Найти ЭДС самоиндукции.

1118. 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.

1119. Определить скорость изменения силы тока в катушке с индуктивностью 100 мГн, если в ней возникла ЭДС самоиндукции 80 В.

1120. Сила тока в катушке сопротивлением 5,0 Ом равна 17 А. Индуктивность катушки 50 мГн. Каким будет напряжение на зажимах катушки, если сила тока в ней равномерно возрастает со скоростью 1000 А/с?

### Энергия магнитного поля

1121. Определить энергию магнитного поля катушки, если индуктивность ее 0,20 Гн и сила тока в ней 12 А.

1122. Сила тока в катушке равна 10 А. При какой индуктивности катушки энергия ее магнитного поля будет равна 6,0 Дж?

1123. Индуктивность катушки 0,10 мГн. При какой силе тока энергия магнитного поля равна  $10^{-4}$  Дж?

1124. Сила тока в катушке уменьшилась с 12 до 8 А. При этом энергия магнитного поля катушки уменьшилась на 2,0 Дж. Какова индуктивность катушки? Какова энергия ее магнитного поля в обоих случаях?

### 6. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

1125. Магнитная индукция в металлическом бруске  $B = 0,75$  Тл, а индукция внешнего намагничивающего поля  $B_0 = 0,0375$  Тл. Какова относительная магнитная проницаемость металла?

1126. Иногда можно обнаружить, что к одному концу стального

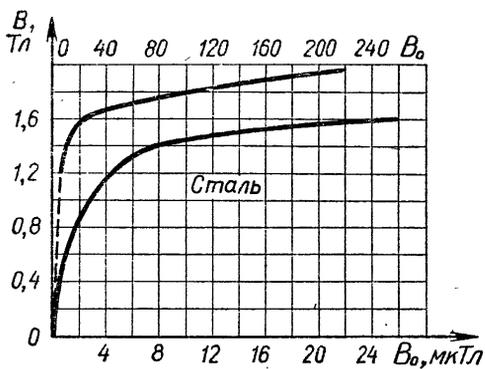


Рис. 162

намагничивания стали (рис. 162), найдите магнитную индукцию  $B$  в стали, если магнитная индукция  $B_0$  намагничивающего поля в воздухе равна 24 мкТл и 120 мкТл.

1130. Почему магнитофонную пленку не рекомендуется хранить вблизи приборов, в схемах которых имеются электромагниты?

1131. Почему электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы не следует располагать близко друг к другу?

1132. Правильны ли будут показания компаса, если им пользоваться в каюте теплохода?

1133. Для чего иногда на полюсах сердечника электромагнита сделаны медные напайки?

1134. Зачем для постоянных магнитов берется твердая сталь, а для электромагнитов — мягкая сталь?

1135. Какие ферромагнетики используются в электрических машинах: с большой или малой площадью петли гистерезиса?

моста притягивается северный конец стрелки компаса, а к другому концу — южный. Чем это можно объяснить?

1127. Поднесите иголку к стрелке компаса и спичкой нагрейте иголку докрасна. Результат опыта объясните.

1128. Почему для переноски горячего проката не применяют подъемный магнитный кран?

1129. Пользуясь кривой

## IV. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

1136. Маятник весом 0,25 Н отклонен от положения равновесия. При этом сила упругости нити равна 0,20 Н. Найти силу, возвращающую маятник в положение равновесия.

1137. 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.

1138. В какой точке при колебаниях математического маятника имеет наибольшее значение сила, возвращающая маятник в положение равновесия? сила упругости нити?

1139. Чем отличаются колебательные движения, графики которых представлены на рисунке 163?

1140. За 24 с первый маятник совершил 12 колебаний, а второй 16 колебаний. Каковы период и частота колебаний каждого из маятников?

1141. Маятник совершает колебания первый раз с периодом 2,00 с, а второй раз — с частотой 10,0 Гц. Определить циклическую частоту колебаний для каждого случая.

1142. Точка совершает колебания, заданные уравнением  $x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi\right)$  Что

в этом уравнении представляет собой фазу колебаний? Является ли фаза колебания величиной постоянной или переменной? размерной или безразмерной? Изменится ли данное значение фазы, если время измерять не в секундах, а в минутах?

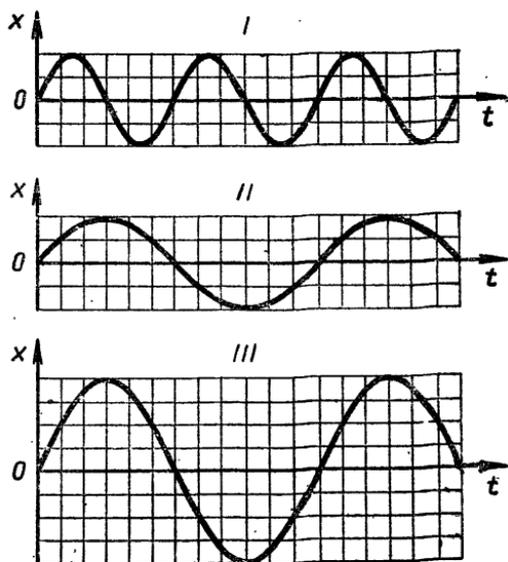


Рис. 163

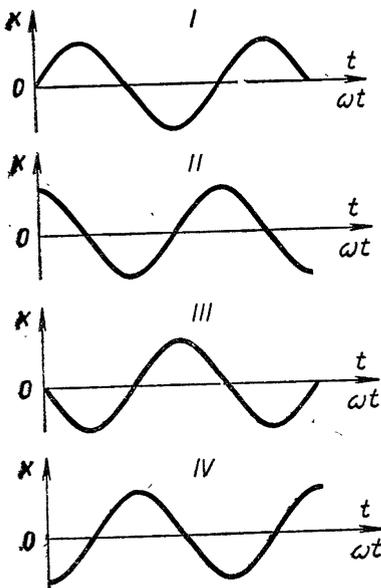


Рис. 164

1143. Построить график гармонического колебания с периодом  $T = 2$  с, амплитудой  $x_m = 10$  см. Начальная фаза колебания  $\varphi = 0$ .

1144. Определить начальную фазу каждого гармонического колебательного движения по графикам (рис. 164). Написать уравнение каждого движения, если  $x_m = 5$  см,  $f = 10$  Гц.

1145. Каковы амплитуда, период и частота колебаний, заданных уравнением  $x = \cos(628 t)$ ? Координата выражена в сантиметрах, а время — в секундах.

1146. Написать уравнения гармонических колебаний, если в 1 мин совершается 180 колебаний с амплитудой 7 см, а начальные фазы колебаний соответственно равны:  $0$ ;  $\pi/2$ ;  $\pi$ ;  $3/4\pi$ .

1147. В какой фазе находится гармонически колеблющаяся точка

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

1148. Определить смещение точки в гармоническом колебании спустя  $0,25$  периода после начала колебаний и спустя  $0,6$  периода после начала колебаний. Начальная фаза равна  $\pi/2$ .

1149. Точка колеблется гармонически с амплитудой  $4,0$  см. Какова координата точки, соответствующая фазе  $0,2\pi$ , если начальная фаза равна  $\pi/2$ ?

1150. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой  $12$  см и периодом  $0,25$  с. Найти максимальное значение скорости и ускорения.

1151. 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.

1152. Из уравнения движения точки  $x = \sin \frac{\pi}{6}t$  определить, в какие моменты времени достигаются амплитудные значения скорости и ускорения.

1153. 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  $t = 1/120$  с,  $t = 1/80$  с и  $t = 1/40$  с.

1154. Каков период колебаний груза массой  $0,10$  кг, подвешенного к пружине с коэффициентом жесткости  $10 \text{ Н/м}$ ?

1155. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 5,0 кг совершает 45 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.

1156. К динамометру подвешен груз; указатель опустился на 2,5 см. После этого груз оттягивают немного вниз и отпускают. Возникают колебания около положения равновесия. Какова частота колебаний?

1157. Груз висит на пружине и колеблется с периодом 0,50 с. На сколько укоротится пружина, если снять с нее груз?

1158. Изменится ли период колебаний качелей, если: 1) на их место одного человека сядут два человека; 2) человек качается сначала сидя, а затем стоя?

1159. Длина маятника Фуко в Исаакиевском соборе в Ленинграде 98 м. Найти период и частоту колебаний.

1160. Периоды колебаний двух математических маятников относятся как 3 : 2. Во сколько раз первый маятник длиннее второго?

1161. К штативу подвешен шарик на нити. Как надо изменить длину маятника, чтобы частота увеличилась вдвое?

1162. Маятник на Земле имеет период колебаний 1,0 с. Каким будет период его колебаний на Луне ( $g_0 = 1,6 \text{ м/с}^2$ )?

1163. Маятник длиной 150 см совершает за 300 с 125 колебаний. Чему равно ускорение свободного падения?

1164. 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.

1165\*. Математический маятник длиной 1 м установлен в лифте. Найти период колебаний маятника, если лифт движется равномерно с ускорением  $4,0 \text{ м/с}^2$ : 1) вертикально вверх; 2) вертикально вниз; 3) горизонтально.

1166. Период колебаний маятника на Земле равен 1,0 с. Как изменится период колебаний этого маятника, если он будет находиться в ракете, опускающейся равноускоренно вертикально вниз на Землю с ускорением  $3,0 \text{ м/с}^2$ ?

1167\*. В покоящейся ракете маятник колеблется с периодом 1,0 с. При движении ракеты вертикально вверх период колебания уменьшился вдвое. Определить ускорение ракеты.

1168. Маятник — стальной шарик на нити — массой 5,0 г имеет период колебаний 1,0 с. Когда под шариком поместили магнит, то период уменьшился до 0,8 с. Определить силу притяжения шарика к магниту.

1169. Масса колеблющейся частицы 10 мг, частота колебаний 500 Гц, амплитуда 2,0 мм. Определить: 1) кинетическую энергию при прохождении положения равновесия, 2) потенциальную энергию при смещении, равном амплитуде, и 3) полную энергию частицы.

1170. Гири, подвешенная к пружине, колеблется по вертикали с амплитудой 4,0 см. Определить полную энергию колебаний гири, если коэффициент жесткости пружины равен 1 кН/м.

1171. Выведите из равновесия рычажные весы и наблюдайте колебания чашек. Что одинакового и различного в их колебаниях? Какое

преобразование энергии происходит при колебаниях чашек? Затухание не учитывать.

1172. 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.

1173. На нити длиной  $l$  подвешен шарик. Какую наименьшую горизонтальную скорость  $v$  надо сообщить шарика, чтобы он отклонился до высоты точки подвеса?

1174. Шарик, подвешенный на нити, отведите в сторону так, чтобы потом при прохождении положения равновесия скорость шарика равнялась 2,0 м/с (дается линейка).

1175\*. Маятник длиной 1 м качается, отклоняясь от отвесного положения на угол  $30^\circ$ . В момент прохождения положения равновесия нить его зацепилась за гвоздь на середине его длины. Найти максимальный угол отклонения укороченного маятника.

1176. Фреза на станке делает 420 об/мин. Число зубьев на фрезе 50. Какова частота вынужденных колебаний, возникающих при работе станка?

1177. Вал электрической швейной машины делает 920 об/мин. За один оборот вала игла совершает одно вынужденное колебание. Определить период колебаний иглы.

1178. Почему при некоторой скорости движения оконные стекла в автобусе начинают дребезжать (вибрировать)?

1179. 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.

1180. На рисунке 165 дана резонансная кривая для балки, на которой укреплен электродвигатель. При какой частоте вращения ротора будут наблюдаться сильные колебания балки?

1181. Рассчитайте и изготовьте секундный маятник (грузик на нити), т. е. с полупериодом в одну секунду. Почему маятники в часах имеют другую длину?

1182. Составьте эскизный проект электрического секундомера или метронома с применением маятника. По лучшему проекту изготовьте прибор в кружке.

1183\*. Часы с маятником, длина которого 100 см, отстают в течение суток на 1 ч. На сколько нужно укоротить маятник, чтобы он верно отбивал секунды?

1184\*. В часах длина стального маятника рассчитана для температуры  $0^\circ\text{C}$ . На сколько отстанут часы за сутки при температуре воздуха  $30^\circ\text{C}$ ?

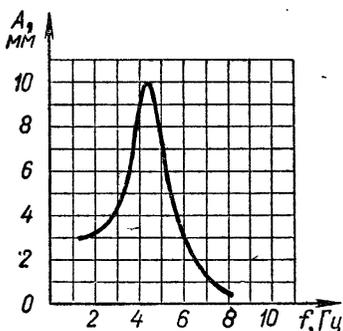


Рис. 165

## 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

### Колебательный контур

1185. 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.

1186. Амплитуда силы тока при свободных колебаниях в колебательном контуре 100 мА. Какова амплитуда напряжения на конденсаторе колебательного контура, если емкость этого конденсатора 1 мкФ, а индуктивность катушки 1 Гн? Активным сопротивлением пренебречь.

1187. В колебательном контуре емкость конденсатора 60 мкФ, индуктивность катушки 75 Гн. Конденсатор зарядили до напряжения 100 В.

Найти электрическую энергию, сообщенную конденсатору, и максимальное значение силы тока в контуре? Активным сопротивлением пренебречь.

1188. В колебательном контуре емкость конденсатора 2,0 мкФ, а амплитуда напряжения на нем 10 В. Найти максимальную энергию магнитного поля катушки; энергию магнитного поля в тот момент, когда напряжение на конденсаторе 6,0 В. Активным сопротивлением пренебречь.

1189. Через какую долю периода после подключения заряженного конденсатора к катушке индуктивности энергия в контуре распределена между конденсатором и катушкой поровну?

1190. Найти период свободных электрических колебаний в контуре с параметрами: 1)  $C = 50$  мкФ,  $L = 50$  Гн; 2)  $C = 0,20$  мкФ,  $L = 0,79$  Гн; 3)  $C = 6,0 \cdot 10^{-8}$  мкФ,  $L = 11$  мкГн.

Какие из этих колебаний следует отнести к колебаниям звуковой частоты?

1191. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 2,0 пФ и катушки с индуктивностью 0,50 мкГн. Какова частота колебаний в контуре?

1192. Индуктивность катушки, входящей в колебательный контур, 500 мкГ. Требуется настроить этот контур на частоту 1,0 МГц.

Какой должна быть электрическая емкость конденсатора?

1193. Частота электрических колебаний в контуре оказалась 1,0 МГц. Емкость конденсатора 200 пФ. Какова индуктивность катушки?

1194\*. Период колебаний в контуре  $1,0 \cdot 10^{-5}$  с. При подключении параллельно конденсатору контура дополнительного конденсатора емкостью  $3,0 \cdot 10^{-8}$  Ф период колебаний увеличился в 2 раза. Определить индуктивность катушки и начальную емкость конденсатора колебательного контура.

## Переменный электрический ток

1195. Почему жидкостные реостаты применяют только в цепях переменного тока? Почему для измерения сопротивления жидкостей используют не постоянный, а переменный ток?

1196. Почему П. Н. Яблочков для питания изобретенных им «электрических свечей» пользовался не постоянным, а переменным током?

1197. Почему при питании неоновой лампы постоянным током свечение наблюдается только у одного электрода? У какого? Почему при переменном токе светятся оба электрода?

1198. 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  $60^\circ$ .

1199. 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?

1200. 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.

1201. Амплитуда переменного тока 20 мА, частота 1,0 кГц. Определить мгновенное значение тока спустя  $1,0 \cdot 10^{-4}$  с после прохождения им нулевого значения.

1202. По цепи течет переменный ток частотой 2,0 МГц. Через сколько времени после прохождения через нулевое значение ток будет равен 25 мА, если его амплитудное значение равно 100 мА?

1203. Электроплитку можно питать и постоянным и переменным током. Будет ли разница в накале спирали, если напряжение, измеренное вольтметром, для обоих токов одинаково?

1204. Действующее напряжение в электроосветительной сети 220 В. Какое максимальное напряжение испытывает изоляция проводов?

1205. Напряжение зажигания неоновой лампы 150 В. Почему эта лампа горит в сети переменного тока с напряжением 127 В?

1206. Допустимо ли в цепь переменного тока с напряжением 220 В включать конденсатор, пробивное напряжение которого 250 В?

1207. Вольтметр, включенный в сеть переменного тока с частотой 50 Гц, показывает 220 В. Написать формулу для вычисления мгновенных значений напряжения.

1208. Какое значение силы тока покажет амперметр, если амплитудное значение переменного тока в цепи 28,2 А?

1209. В сеть переменного тока с действующим напряжением 220 В включено активное сопротивление 55 Ом. Определить действующее и амплитудное значение силы тока.

1210. Через сколько времени после момента прохождения нулевого значения мгновенное значение силы переменного тока равно его действующему значению?

1211. 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?

1212. Каково индуктивное сопротивление катушки, если ее индуктивность 1,0 Гн, а частота переменного тока 50 Гц? 400 Гц?

1213. При циклической частоте переменного тока  $500 \text{ с}^{-1}$  индуктивное сопротивление катушки 35 Ом. Определить индуктивность катушки.

1214. 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.

1215. Когда к катушке подвели постоянное напряжение 10 В, сила тока была равна 1,0 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?

1216. На рисунке 166 представлена схема электромагнитного микрометра ( $D$  — измеряемая деталь). На каком физическом принципе основано действие этого микрометра?

1217. На рисунке 167 показана схема магнитного термометра, которым измеряют температуры, близкие к абсолютному нулю. Объяснить, как действует такой термометр.

1218. 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?

1219. При частоте переменного тока 1 кГц и 1 МГц (точно) определить емкостное сопротивление конденсатора, емкость которого 10 мкФ.

1220. Какова емкость батареи конденсаторов, сопротивление которой в цепи переменного тока частотой 50 Гц равно 40 Ом?

1221. Найти период переменного тока, для которого конденсатор емкостью 2,0 мкФ представляет сопротивление 20 Ом.

1222. Емкость конденсатора измеряют методом вольтметра и амперметра, показания которых  $12 \pm 1$  В и  $15 \pm 1$  мА соответственно. Частота переменного тока 50 Гц (точно). Определить емкость конденсатора и оценить погрешность результата.

1223. На рисунках 168, а, б изображены для двух цепей графики изменения напряжения и силы тока во времени. В какой из цепей имеется конденсатор, в какой — катушка индуктивности?

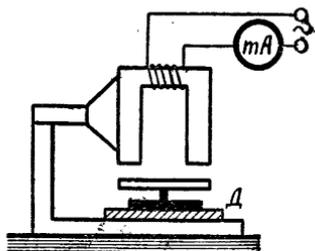


Рис. 166

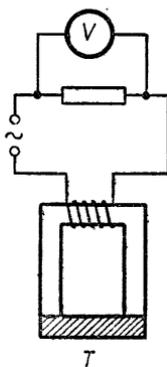


Рис. 167

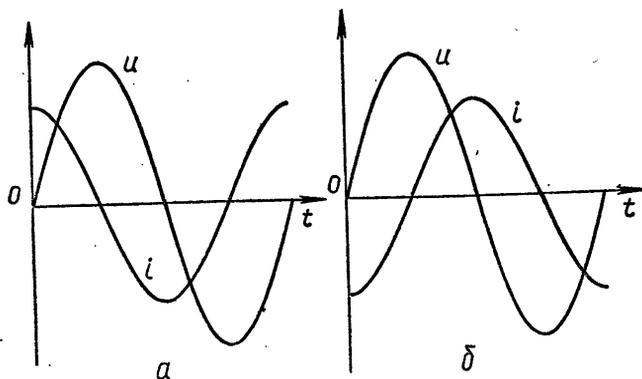


Рис. 168

1224. 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.)

1225. Найти полное сопротивление переменному току, если последовательно включены: 1) резистор сопротивлением 3 Ом и катушка с индуктивным сопротивлением 4 Ом; 2) резистор сопротивлением 6 Ом и конденсатор с емкостным сопротивлением 8 Ом; 3) резистор сопротивлением 12 Ом, конденсатор с емкостным сопротивлением 8 Ом и катушка с индуктивным сопротивлением 24 Ом.

1226. Полное сопротивление цепи (рис. 169) при частоте тока 50 Гц равно 5,0 Ом. Чему будет равно полное сопротивление этой же цепи при частоте тока 150 Гц?

1227. Электрическая цепь состоит из резистора сопротивлением 4,0 Ом, катушки с индуктивным сопротивлением 8,0 Ом и конденсатора с емкостным сопротивлением 5,0 Ом, соединенных между собой последовательно. К концам цепи приложено переменное напряжение 120 В. Найти силу тока в цепи и напряжения на всех участках.

1228. Катушка с активным сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 0,05 Гн соединена последовательно с конденсатором емкостью 2,0 мкФ. К цепи подведено напряжение 100 В при частоте тока 500 Гц. Определить силу тока в цепи.

1229. Чему равен коэффициент мощности в цепи электрической лампы накаливания? в цепи электроплитки? в цепи электропаяльника?

1230. 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?

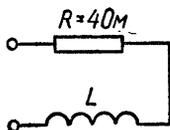


Рис. 169

1231\*. Мгновенное значение силы тока и напряжения в цепи выражается формулами  $i = 5 \sin \omega t$  и  $U = 100 \times \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{6} \right)$ . Определить активную и реактивную мощность, если в приведенных формулах сила тока выражена в амперах, а напряжение — в вольтах. Все числа точные.

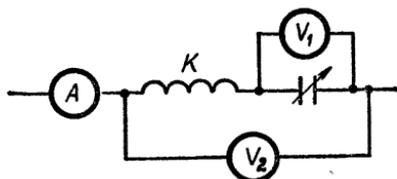


Рис. 170

1232. Напряжение на зажимах генератора переменного тока 220 В, а сила тока во внешней цепи 10,0 А. Найти кажущуюся и активную мощность во внешней цепи, если  $\cos \varphi = 0,800$ .

1233. Двигатель переменного тока потребляет мощность 880 Вт при напряжении 220 В и коэффициенте мощности 0,80. Определить силу тока, потребляемого двигателем.

1234. При включении электродвигателя в сеть переменного тока вольтметр показал 200 В, амперметр 7,0 А, а ваттметр 900 Вт. Определить коэффициент мощности.

1235. Конденсатор и катушка соединены последовательно. Индуктивность катушки 0,010 Гн. При какой емкости конденсатора ток частотой 1,0 кГц будет максимальным?

1236. Конденсатор и катушка соединены последовательно. Емкостное сопротивление конденсатора 5000 Ом. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы резонанс наступил в цепи при частоте тока 20 кГц?

1237. В цепи переменного тока с частотой 50 Гц последовательно соединены катушка индуктивности  $L$  и конденсатор  $C$ . Каким должно быть произведение  $LC$ , чтобы цепь была в режиме резонанса?

1238. Как добиться резонанса в цепи переменного тока, не изменяя индуктивности и емкости?

1239. В цепь включены последовательно катушка с индуктивностью 50 мГн и конденсатор емкостью 20 мкФ. Какой частоты переменный ток нужно пропустить через эту цепь, чтобы наступил резонанс?

1240. В схеме, приведенной на рисунке 170, амперметр показывает 3,0 А, вольтметр  $V_1$  — напряжение 12 В и вольтметр  $V_2$  — напряжение 24 В. Найти активное и индуктивное сопротивление катушки  $K$ , если цепь находится в режиме резонанса.

1241. В цепь включены последовательно резистор сопротивлением 5,0 Ом, катушка с индуктивностью 0,50 мГн и конденсатор емкостью 0,20 мкФ. При какой циклической частоте тока наступит резонанс? Какова сила тока в цепи при этой частоте, если питающее напряжение 380 В?

1242. Цепь, состоящая из последовательно соединенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора, находится под напряжением 1,1 кВ. Активное сопротивление цепи 100 Ом. При резонансе индуктивное и емкостное сопротивления равны по 1000 Ом. Каковы сила тока в цепи и напряжение на конденсаторе? Почему при резонансе в такой последовательной цепи возможен пробой конденсатора?

### 3. ПРОИЗВОДСТВО, ПЕРЕДАЧА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

#### Генератор переменного тока. Выпрямители

1243. Рамка площадью  $150 \text{ см}^2$ , содержащая 50 витков проволоки, равномерно вращается со скоростью 120 об/мин в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,80 Тл. Найти амплитуду ЭДС индукции в рамке.

1244. Сколько оборотов в минуту должна совершать рамка из 20 витков проволоки размером  $0,2 \times 0,4 \text{ м}$  в магнитном поле с индукцией 1,0 Тл, чтобы амплитуда ЭДС равнялась 500 В?

1245. Ротор двухполюсного генератора переменного тока делает 3000 об/мин. Определить частоту и период тока.

1246. 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? Сколько оборотов в минуту делают роторы генераторов на Волжской ГЭС имени В. И. Ленина, если число пар полюсов в этих генераторах равно 44?

1247. 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?

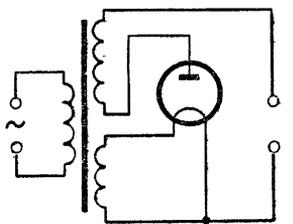
1248. Количество витков в якоре генератора уменьшили с 900 до 600. Как нужно изменить частоту вращения якоря, чтобы амплитуда ЭДС индукции в якоре не изменилась?

1249. При торможении поезда метро электродвигатели отключают от контактного провода и подключают к специальным реостатам. Объяснить такой способ торможения.

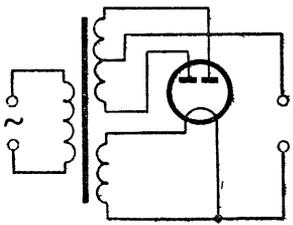
1250. При движении электровоза под уклон его двигатели не только не потребляют электроэнергию, но, наоборот, направляют ее в линию. Объяснить, как это получается.

1251. На рисунках 171 изображены схемы ламповых выпрямителей переменного тока. Какой зажим на выходе нужно обозначить знаком плюс и какой — знаком минус? Почему не загорается от выпрямителя мощная лампа, рассчитанная на 220 В, если напряжение, предварительно измеренное на зажимах выпрямителя, равно 250 В?

1252. На рисунке 172 дана анодно-сеточная характеристика триода. При каком напряжении сетки анодный ток равен 15 мА? При каких значениях потенциала сетки зависимость анодного тока от сеточного напряжения приблизительно линейна?



а



б

Рис. 171

1253. При изменении потенциала сетки триода на 1 В анодный ток изменяется на 2,5 мА. На сколько миллиампер изменится анодный ток, если изменить потенциал сетки от  $-1,5$  до  $+2,5$  В? Зависимость анодного тока от потенциала сетки считать линейной.

1254. На сетке усилительной лампы напряжение увеличилось на 1,0 В. В связи с этим анодный ток возрос на 0,50 мА. Найти коэффициент усиления напряжения<sup>1</sup>, если нагрузочное сопротивление в анодной цепи равно 50 кОм.

1255. Миноискатель представляет собой генератор незатухающих электромагнитных колебаний звуковой частоты. Индуктивность контура выполнена в нем в виде проволочного кольца. Когда кольцо, передвигаемое по земле, приближается к мине, в телефонных наушниках высокий тон сменяется на низкий. Объяснить, как это получается.

1256. К горизонтально отклоняющим пластинам электроннолучевой 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?

### Трансформатор. Передача электрической энергии

1257. Будет ли работать трансформатор в схемах, приведенных на рисунке 173?

1258. Почему трансформатор при подключении к источнику постоянного тока может выйти из строя?

1259. Электрический звонок включен в осветительную сеть через трансформатор. Потребляется ли электроэнергия, когда кнопка, включенная последовательно со звонком, не нажата?

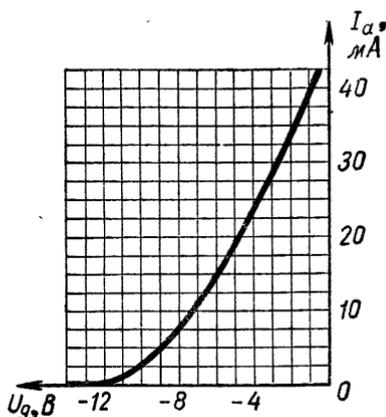


Рис. 172

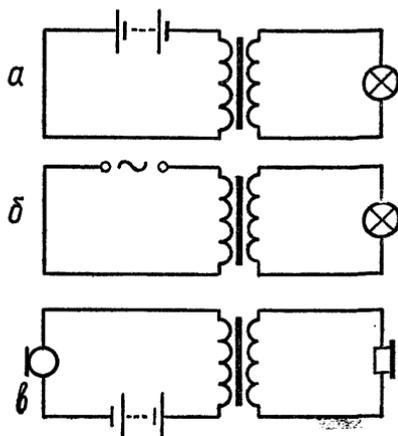


Рис. 173

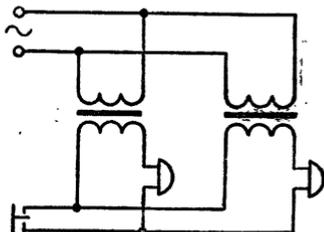


Рис. 174

<sup>1</sup> Коэффициент усиления напряжения — это отношение выходного напряжения к напряжению, поданному на вход усилителя.

1260. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора, чтобы повысить напряжение с 220 до 11 000 В, если в первичной обмотке 20 витков? Каков коэффициент трансформации?

1261. Под каким напряжением находится первичная обмотка трансформатора, имеющая 1000 витков, если во вторичной обмотке 3500 витков и напряжение 105 В?

1262. Мощность, потребляемая трансформатором, 90 Вт. Определить силу тока во вторичной обмотке, если напряжение на зажимах вторичной обмотки 12 В и КПД трансформатора 75%.

1263. Доказать, что при параллельном включении электрических звонков в осветительную сеть так, как показано на рисунке 174, звонки могут звонить, когда кнопка не нажата. Как исправить ошибку в схеме?

1264. Какова мощность гидроэлектростанции, если плотина поднимает уровень воды на 100 м и расход воды 540 м<sup>3</sup>/с? КПД станции 94%.

1265. В водонагреватель ТЭЦ поступает 1,0 · 10<sup>3</sup> т стогоградусного пара в час. Какая масса воды при 10°С должна пройти через водонагреватель для отвода в теплофикационную сеть, если вода подогревается до 100°С?

1266. На конце двухпроводной линии переменного тока мощность равна 24 кВт и напряжение 220 В. Длина линии 175 м, провода медные сечением 35 мм<sup>2</sup>. Вычислить потерю мощности в линии.

1267. 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.

1268. По двухпроводной линии постоянного тока Волгоград — Донбасс передается мощность 750 000 кВт при напряжении 800 кВ. Сопротивление линии 34 Ом. Найти КПД передачи.

#### 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. ЗВУК

1269. В реку брошен камень. Какой будет образовавшаяся волна: круглой или вытянутой течением?

1270. На рисунке 175 представлен график поперечной волны. Каковы фазы колебания точек, отмеченных на графике, в данный момент, если волна распространяется из точки А вправо?

1271. По графику колебаний вибратора (рис. 176) начертите график идущей от него волны. Скорость распространения волны 20 м/с.

1272. По графику волны (см. рис. 175) постройте график колебательного движения точки С, находящейся на расстоянии  $\lambda/2$  от вибратора. Скорость распространения волны 1 м/с.

1273. В океанах длина волны достигает 300 м, а период 13,5 с. Определить скорость распространения такой волны.

1274. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 2,5 м/с. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн 8,0 м. Определить период колебания лодки.

1275. Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8,0 м.

Кроме того, он подсчитал, что за 60 с мимо него прошло 23 волновых гребня. Определить скорость распространения волны.

1276. Продольными или поперечными являются волны, возбуждаемые смычком в струне? в воздухе?

1277. На каком расстоянии от наблюдателя вспыхнула молния, если он услышал гром через 6 с после того, как увидел молнию?

1278. Расстояние между двумя железнодорожными станциями 8,3 км. Сколько времени идет звук от одной станции к другой по воздуху? по рельсам? Температура воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ . Скорость распространения звука в стали 5500 м/с.

1279. Стрелок слышит звук удара пули в мишень через 1 с после выстрела. На каком расстоянии от него поставлена мишень? Температура воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ . Средняя скорость полета пули 500 м/с.

1280. Приближающийся теплоход дал гудок, звук которого услышали на мосту через 3 с. Спустя 3 мин теплоход прошел под мостом. Температура воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ . Найти скорость движения теплохода.

1281. Военная сигнальная ракета, запущенная вертикально вверх, разорвалась через 5,0 с после запуска, а звук разрыва был услышан через 0,40 с после разрыва. На какую высоту и с какой средней скоростью поднялась ракета? Температура воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ .

1282\*. В шахту упал камень. Человек услышал звук его падения через 6,0 с после начала падения. Найти глубину шахты. Скорость звука 332,0 м/с.

1283\*. 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  $0^{\circ}\text{C}$ .

1284. Звук артиллерийского выстрела достиг одного наблюдателя

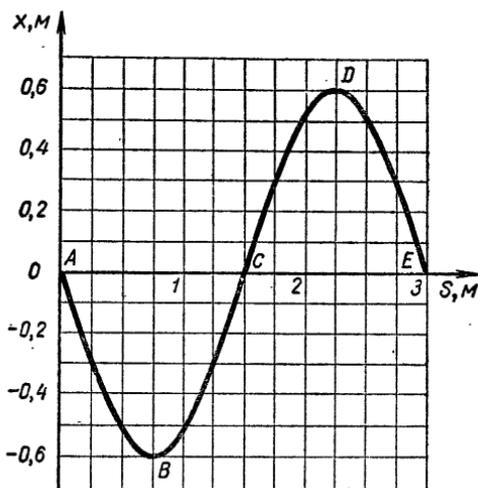


Рис. 175

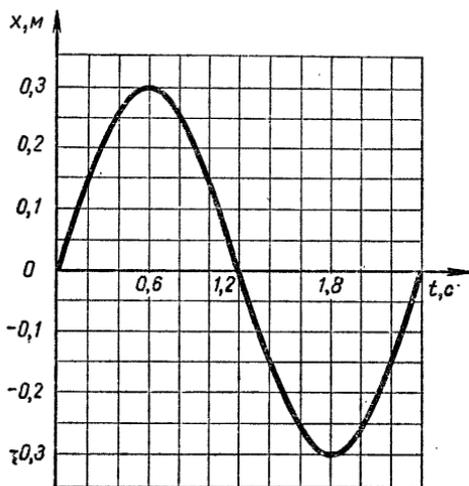


Рис. 176



Рис. 177

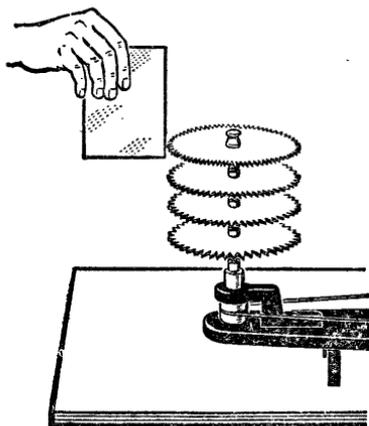


Рис. 178

через 3,0 с, а другого через 4,5 с после вспышки выстрела. Расстояние между наблюдателями по фронту 1 км. Температура воздуха 0°C. Как определить месторасположение орудия, если известны пункты нахождения наблюдателей?

1285. Слышит ли военный летчик звук работы реактивного двигателя, если самолет летит со сверхзвуковой скоростью, а двигатель находится позади пилота?

1286. Частота колебаний камертона 440 Гц. Какова длина звуковой волны, распространяющейся от камертона в воздухе? в воде? Скорость звука при 0°C в воздухе 332 м/с, а в воде 1400 м/с.

1287. Волны звуков человеческого голоса имеют длину от 33 см до 4,0 м. Определить соответствующий им диапазон частот колебаний.

1288. Скорость звука в воде 1450 м/с. На каком расстоянии друг от друга вдоль направления распространения волны находятся точки, совершающие колебания в противоположных фазах, если частота колебаний равна 731 Гц?

1289. Определить разность фаз колебаний двух точек, удаленных от источника колебаний на расстояние 3,5 и 2,0 м, если период колебаний 0,5 с, а скорость распространения колебаний 6 м/с.

1290. Имеются камертоны на 50, 126 и 440 Гц. Найти период колебаний каждого из них.

1291. На рисунке 177 представлена запись колебаний камертона в течение 0,020 с. Какова частота колебаний? Каков период колебаний?

1292. Что происходит с энергией звука, когда он становится не слышимым?

1293. Зубчатые колеса (рис. 178), имеющие 48, 60, 72 и 96 зубьев, вращают со скоростью 300 об/мин. Определить частоту звука от каждого колеса.

1294. Какова глубина моря, если посланный и отраженный от морского дна ультразвук возвратился на поверхность через 0,9 с?

1295. Ультразвук применяют для косвенного измерения скорости потоков жидкости или газов (рис. 179). Какова скорость потока, если расстояние между вибраторами  $l = 100$  м ультразвук проходит в одном направлении за 0,5 с, а в противоположном — за 1,0 с? Почему результат измерения не зависит от температуры жидкости?

1296\*. Сравнить энергии волн звуковой и ультразвуковой частоты, если амплитуды колебаний одинаковы, а частоты соответственно равны 1 КГц и 1 МГц.

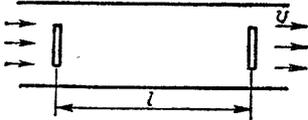


Рис. 179

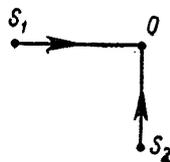


Рис. 180

1297. Две системы волн, полученных на воде от когерентных источников, распространяются навстречу друг другу. Что можно наблюдать в точках схождения, для которых разность хода равна: 1) 2,00 м; 2) 2,10 м? Длина волны равна 20 см.

1298. На прямолинейном участке происходит наложение волн, распространяющихся от двух когерентных вибраторов. Амплитуды колебаний у вибраторов одинаковы. Постройте результирующую волну, когда разность хода налагающихся волн равна  $\lambda/2$  и  $\lambda$ .

1299. От двух когерентных источников волны достигают точки O (рис. 180). Разность хода  $|S_1O| - |S_2O| = \lambda$ . Что будет наблюдаться в точке O: максимум или минимум колебаний?

1300. Почему камертон звучит громче, если одна из его ветвей отломана?

1301\*. 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 приведены в действие одновременно.

1302\*. Один камертон помещен перед ухом, а другой такой же камертон — на расстоянии 47,5 см от первого. Звук не слышен. Определить частоту колебаний камертонов.

1303. Стекло поглощает звук меньше, чем воздух. Почему же уличный шум лучше слышен при открытых окнах?

1304. Чтобы нас услышали, мы кричим и при этом прикладываем руки ко рту. Для чего мы так делаем?

1305. Послушайте, как звонит будильник в комнате и на открытом воздухе. Разницу в звучании объясните.

1306. Постучите двумя камешками друг о друга в воздухе и в сосуде с водой. Одинаково ли громко слышно? Результат опыта объясните.

1307. Охотник выстрелил, находясь на расстоянии 170 м от лесного массива. Через сколько времени после выстрела охотник услышит эхо? Почему в небольших комнатах эхо совсем не наблюдается?

1308. В результате взрыва, произведенного геологами, в земной коре распространилась волна со скоростью 5,0 км/с. Отраженная от глубоких слоев Земли волна была зафиксирована через 22,0 с после взрыва. На какой глубине залегает порода, резко отличающаяся по плотности от земной коры?

1309. Стальную деталь проверяют ультразвуковым дефектоскопом (рис. 181). Первый отраженный сигнал был получен через 60 мкс

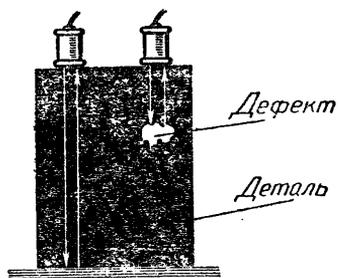


Рис. 181

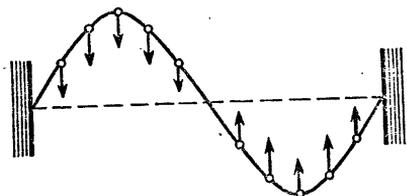


Рис. 182

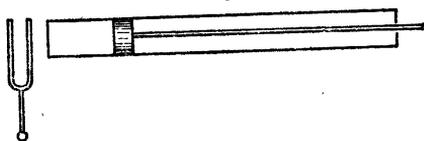


Рис. 183

после послылки, а второй — через 180 мкс. На какой глубине обнаружен дефект в детали? Какова высота детали? Скорость ультразвука в стали 5000 м/с.

1310. На рисунке 182 показано мгновенное положение и направление движения частиц среды в стоячей поперечной волне. Начертить положение частиц среды и направление их движения через  $0,5T$  и  $T$  (где  $T$  — период колебания).

1311. Расстояние между первым и четвертым узлами стоячей волны 24 см. Определить длину бегущей волны.

1312. Свободный конец шнура, другой конец которого привязан, приводят в колебание с частотой 5,0 Гц. При этом в шнуре возбуждается стоячая волна, узлы которой делят шнур на шесть равных частей. Длина шнура 3,0 м. Найти скорость распространения волны на шнуре.

1313. Трубка длиной 0,50 м с одного конца закрыта. Определить собственную частоту колебаний воздуха в трубке при температуре 15°C.

1314. При данных, приведенных в предыдущей задаче, определить собственную частоту колебаний для трубы, открытой с обоих концов.

1315. Продуйте воздух у отверстия пробирки. Найдите частоту полученного звука.

1316. Вливайте струю воды в высокий цилиндрический сосуд. Почему высота тона прослушиваемого при этом звука повышается по мере наполнения сосуда?

1317. Бывают раковины, в которых слышится шум, если их положить к уху. Иногда такой же шум можно услышать, приблизив к уху отверстие стакана. Проверьте и объясните.

1318. Первый резонанс на колебания камертона (рис. 183) наблюдается при длине воздушного столба  $14,0 \pm 0,5$  см. Частота колебаний камертона  $600 \pm 5$  Гц. Какова длина звуковой волны и какова скорость ее распространения при данной температуре?

1319. Если духовой оркестр заходит, удаляясь, за угол улицы, то через некоторое время слышна игра лишь басовых труб и барабана. Почему при этом не слышны звуки флейт, кларнетов?

## 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

1320. 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?

1321. Почему работающие электрические звонки, швейные машины, пылесосы, утюги с терморегулятором, лампы дневного света могут быть источниками радиопомех?

1322. Нередко утверждают, что работающие рентгеновские установки и тракторы также создают радиопомехи. Почему это утверждение неверно?

1323. Первая в мире радиограмма была передана А. С. Поповым в 1896 г. на расстояние 250 м. За сколько времени радиосигнал прошел это расстояние?

1324. Определить период колебаний в колебательном контуре, излучающем электромагнитные волны длиной 450 м.

1325. Генератор УВЧ работает на частоте 150 МГц. Какова длина волны электромагнитного излучения?

1326. По международному соглашению длина радиоволны, на которой суда передают сигнал бедствия *SOS*, равна 600 м. На какой частоте передаются такие сигналы?

1327. В каком диапазоне длин волн работает радиопередатчик, если емкость конденсатора в его колебательном контуре может изменяться от 60 до 240 пФ, а индуктивность катушки равна 50 мкГн?

1328\*. Изменение тока в антенне радиопередатчика происходит по формуле  $i = 0,3 \sin 15,7 t$ . Найти длину излучающейся электромагнитной волны.

1329. Радиостанция передает звуковой сигнал, частота которого 440 Гц. Определить число колебаний высокой частоты, переносящих одно колебание звуковой частоты, если передатчик работает на волне длиной 50,0 м.

1330. Будут ли передающий и приемный колебательные контуры настроены в резонанс, если параметры их  $C_1 = 160$  пФ,  $L_1 = 5,0$  мГ,  $C_2 = 100$  пФ,  $L_2 = 4,0$  мГ? Как нужно изменить емкость  $C_2$  или индуктивность  $L_2$ , чтобы контуры были настроены в резонанс?

1331. На рисунке 184 дана схема радиоприемника. 1) Настраивается ли при работе приемника антенный контур в резонанс с передатчиком? 2) Может ли переменное напряжение на обкладках

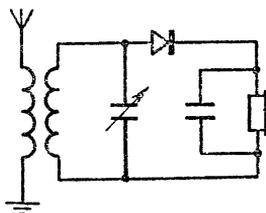


Рис. 184

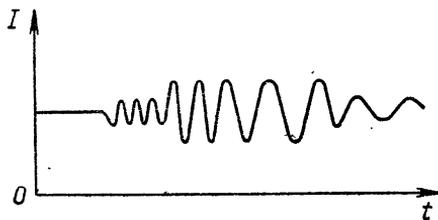


Рис. 185



Рис. 186

конденсатора контура в результате настройки быть больше переменной ЭДС в антенне?

1332. На рисунке 185 представлен график пульсирующего тока в цепи микрофона. Объяснить, почему так изменялся ток.

1333. Будет ли радиоприем, если антенну установить на чердаке под железной крышей?

1334. Если поместить карманный радиоприемник в кастрюлю и прикрыть крышкой, то радиоприем сразу прекратится. Объяснить почему.

1335. Почему провод в форме петли (рис. 186), по которому протекает ток высокой частоты, электромагнитных волн почти не излучает?

1336. Почему затrudнена радиосвязь на коротких волнах в горной местности?

1337. Чему равно расстояние до самолета, если посланный наземным радиолокатором сигнал после отражения от самолета возвратился к радиолокатору спустя  $2,0 \cdot 10^{-4}$  с?

1338. Радиосигнал, посланный на Луну, отразился и был принят на Земле через 2,5 с после отправки. Такой же сигнал, посланный на Венеру, был принят через 2,5 мин. Определить расстояния от Земли до Луны и от Земли до Венеры во время локаций.

1339. Радиолокатор посылает 2000 импульсов в секунду. Определить предельно возможную дальность действия этого радиолокатора.

1340. Определить возможную дальность действия радиолокатора, если время развертки в электроннолучевой трубке составляет 1000 мкс.

1341. Начертить в тетради шкалу «расстояний до цели» для экрана электроннолучевой трубки радиолокатора, если диаметр экрана 20 см, а время развертки 4000 мкс.

1342. Почему дальность действия передающей телевизионной станции ограничена линией горизонта? Почему башни телецентров строят очень высокими?

1343. Мозаика иконоскопа телевизионного передатчика состоит из 500 000 светочувствительных зерен. Электронный луч в кинескопе телевизионного приемника создает одно изображение из 625 строк. Сколько световых точек в одной строке?

1344. Несущая частота телевизионного вещания 50 МГц. За 0,04 с передается 500 000 элементов изображения. Определить число длин волн, проходящихся на один элемент изображения.

1345. Определить скорость перемещения светящегося пятна по экрану трубки в телевизоре, если известно, что в течение 0,040 с луч создает на экране одно изображение, прочеркивая 625 горизонтальных строк длиной по 28 см каждая. Временем обратного хода луча пренебречь.

1346. Случается, что изображение на экране телевизора двоится. Что заставляет электронный луч писать второе изображение?

## V. ОПТИКА

### 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

#### Прямолинейное распространение света. Фотометрия

1347. Чем объяснить видимость световых пучков, проникающих в солнечный день в окно полутемного помещения? Нельзя ли что-нибудь предпринять, чтобы это явление прекратилось?

1348. 1. Наметьте прямую линию на куске картона при помощи булавок.

2. Проверьте по лучу зрения прямолинейность кромки деревянной линейки или дощечки.

1349. Используя линейку, измерьте видимый диаметр Луны в миллиметрах. Вычислите действительный ее диаметр, если расстояние до Луны 380 000 км.

1350. Получите на стене тень от какого-нибудь предмета. От чего зависят размеры тени?

1351. Что увидит космонавт, находясь на Луне, в то время как на Земле будет наблюдаться полное лунное затмение?

1352. 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 2,00 м. Какова высота башни?

1353. Изображение на экране панорамного кинотеатра создается

пересекающимися световыми пучками, направленными от трех проекторов (рис. 187). Не сказывается ли пересечение пучков на качестве изображения?

1354. Найти полный световой поток точечного источника, сила света которого 500 кд.

1355. Определить силу света точечного источника, находящегося в вершине телесного угла в  $0,600$  ср, если внутри этого угла создан световой поток 240 лм.

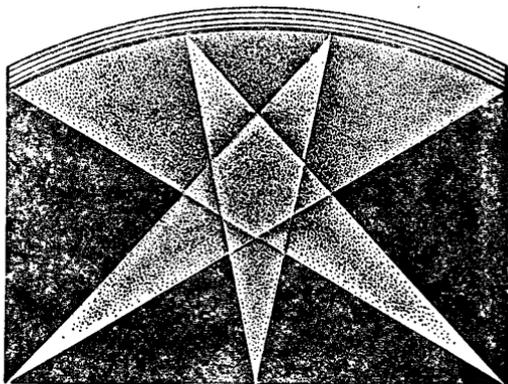


Рис. 187

1356. Необходимо равномерно осветить городскую площадь в  $32\ 500\ \text{м}^2$ . Какой световой поток должны создать электрические светильники, чтобы освещенность площади равнялась  $4,0\ \text{лк}$ ?

1357. Найти освещенность, получаемую на расстоянии  $5,0\ \text{м}$  от лампы силой света<sup>1</sup>  $100\ \text{кд}$ . Достаточно ли это для чтения книги?

1358. Для приготовления уроков освещенность стола должна быть не менее  $50\ \text{лк}$ . На какой высоте должна находиться над столом лампа силой света  $100\ \text{кд}$ ?

1359. Какой силы света лампу нужно подвесить на высоте  $10\ \text{м}$ , чтобы освещенность дороги под ней равнялась  $5,0\ \text{лк}$ ?

1360\*. На расстоянии  $1,0\ \text{м}$  друг от друга расположены два точечных источника силой света  $16$  и  $64\ \text{кд}$ . Где между ними следует расположить экран, чтобы его освещенность с обеих сторон была одинаковой?

1361. Планета Марс в  $1,5$  раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз освещенность поверхности Марса меньше освещенности поверхности Земли?

1362. Освещенность Земли, создаваемая Солнцем, в  $4 \cdot 10^{10}$  раз больше освещенности, создаваемой звездой  $\alpha$ -Центавра. На каком расстоянии от Земли находится эта звезда, если Солнце удалено от Земли на  $1,5 \cdot 10^{11}\ \text{м}$ ? Силы света звезды  $\alpha$ -Центавра и Солнца считать одинаковыми.

1363. Почему освещенность горизонтальных поверхностей в полдень больше, чем утром или вечером?

1364. Нередко можно наблюдать, как под действием солнечных лучей снег на крышах тает, а на почве нет. Почему?

1365. На мачте высотой  $10\ \text{м}$  висит электрическая лампа силой света  $1000\ \text{кд}$ . Какова освещенность поверхности земли на расстоянии  $20\ \text{м}$  от основания мачты?

1366. Две одинаковые электрические лампы находятся на высоте  $6\ \text{м}$  от земли и на расстоянии  $8\ \text{м}$  друг от друга. Где больше освещенность: на земле под каждой лампой или посредине между этими точками?

1367. Лампа силой света  $200\ \text{кд}$  находится на расстоянии  $2,0\ \text{м}$  от лежащей на столе книги. Освещенность книги  $25\ \text{лк}$ . Каков угол падения световых лучей на книгу? На какой высоте подвешена лампа над столом?

1368. Рассчитайте освещенность стола, за которым вы дома готовите уроки. Что следует предпринять, если освещенность ниже нормы?

1369. На какой высоте над центром круглого стола радиусом  $1,0\ \text{м}$  должна висеть лампа, чтобы на краях стола освещенность была наибольшей?

1370\*. В верхней точке  $S$  тоннеля подвешена электрическая лампа (рис. 188). Сравнить освещенности, создаваемые лампой в точках  $A$  и  $B$ .

<sup>1</sup> Для неточечных источников света — ламп — указаны средние значения силы света.

## Отражение света. Зеркала

1371. На рисунке 189 показаны три плоских зеркала. На каждое из них падает горизонтальный луч света. В каком направлении следует искать след отраженного луча — «зайчик»? Ответы сопроводить чертежами.

1372. На отражающую поверхность  $ABCD$  (рис. 190) падает пучок параллельных лучей. Повторив чертеж в тетради, начертить отраженные лучи. Параллельны ли они?

1373. Солнечные лучи составляют с горизонтом угол  $48^\circ$ . Как расположить плоское зеркало, чтобы направить лучи горизонтально? Почему задача имеет два решения?

1374. Какими будут после отражения от плоского зеркала сходящийся, расходящийся и параллельный пучки света?

1375. Почему окна домов кажутся днем темными, если на них смотреть с улицы?

1376. Перед вертикально расположенным зеркалом стоит карандаш. Постройте его изображение. Постройте изображение при условии, что зеркало наклонено к плоскости стола под углом  $45$  и  $0^\circ$ .

1377. 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, если зеркало отодвинуть от человека на  $2$  м?

1378. Как, приставив конец пальца к стеклянному плоскому зеркалу, можно оценить толщину зеркального стекла? Сделать это.

1379. При проверке остроты зрения врач предлагает читать буквы на специальной таблице с расстояния  $5$  м. Как может поступить врач, если размеры врачебного кабинета меньше этого расстояния?

1380. Пучок солнечных лучей падает на вогнутое сферическое зеркало и, отразившись, собирается в точке, отстоящей от зеркала на  $36$  см. Каков радиус кривизны зеркала?

1381. Радиус кривизны вогнутого зеркала  $48$  см. Каково фокусное расстояние этого зеркала? Каким следует считать фокусное расстояние плоского зеркала?

1382. Где нужно поместить лампочку в автомобильной фаре, чтобы можно было направить световой поток как можно дальше? близко вниз?

1383. Для чего врач по болезням уха, горла, носа при осмотре

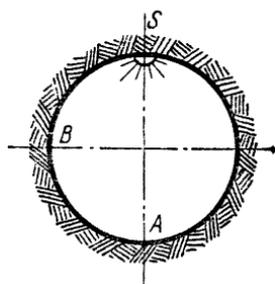


Рис. 188

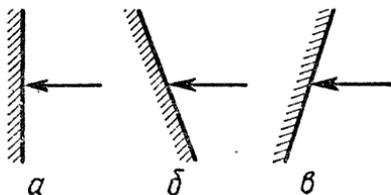


Рис. 189

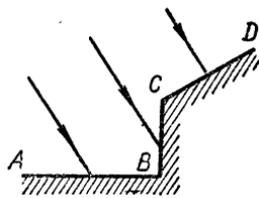


Рис. 190

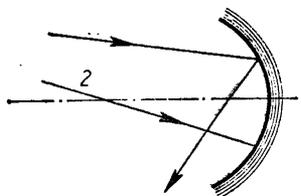


Рис. 191

больного пользуется вогнутым зеркалом, в центре которого имеется небольшое круглое отверстие?

1384. Посмотрите на свое изображение в выпуклой и вогнутой части блестящей ложки. Чем отличаются изображения?

1385. Получите на экране увеличенное изображение свечи с помощью вогнутого зеркала. Как изменится изображе-

ние, если поменять местами свечу и экран?

1386. Почему плоское зеркало иногда дает искаженные изображения?

1387. Зубоврачебное зеркальце является сферическим, вогнутым. Какое изображение зуба видит врач? Для чего, прежде чем ввести в рот больного, зеркальце слегка нагревают в теплой воде?

1388. Для чего в автомобиле ставится небольшое зеркало сбоку от места, где сидит водитель? Какое это зеркало?

1389. Для чего на некоторых перекрестках дорог или улиц ставят большие выпуклые зеркала?

1390. На рисунке 191 показан ход луча 1 при отражении от вогнутого зеркала. Определить направление луча 2 после его отражения от зеркала.

1391. Постройте изображение предмета, находящегося на расстоянии  $d$  перед вогнутым сферическим зеркалом с фокусным расстоянием  $F$ , для следующих случаев:  $d > 2F$ ;  $d = 2F$ ;  $F < d < 2F$ ;  $d = F$ ;  $d < F$ . Охарактеризуйте изображение в каждом случае.

### Преломление света. Полное отражение

1392. Почему изображение неба и берегов в водоеме всегда темнее, чем в действительности?

1393. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими? Проверьте и объясните.

1394. Узкий пучок света переходит из воздуха в некоторую жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если угол падения  $30^\circ$ , а угол преломления  $15^\circ$ .

1395. Солнечный свет падает на поверхность воды в сосуде.

1. Каков угол преломления, если угол падения  $25^\circ$ ?

2. Каков угол падения, если угол преломления  $42^\circ$ ?

3. Каковы углы падения и преломления, если угол отражения  $30^\circ$ ?

4. Каков угол падения на горизонтальное дно сосуда, если угол падения на поверхность воды  $45^\circ$ ?

1396. Почему из скипидара в глицерин свет проходит без преломления?

1397. В центре полого толстостенного стеклянного шара находится точечный источник света. Будут ли преломляться лучи света, проходя от источника через стенки шара?

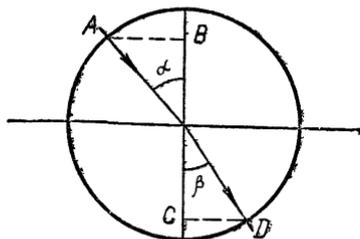


Рис. 192

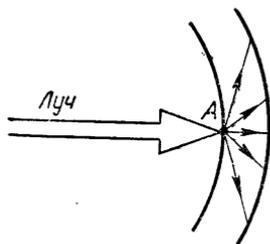


Рис. 193

1398\*. При каком угле падения  $\alpha$  отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?

1399. Луч от подводного источника света падает на поверхность воды под углом  $35^\circ$ . Под каким углом он выйдет в воздух?

1400. Показатель преломления воды 1,33, стекла — 1,50. Найти показатель преломления стекла относительно воды.

1401. Каков показатель преломления воды относительно льда? льда относительно воды?

1402. При определении показателя преломления стекла был выполнен чертеж хода луча из воздуха в стеклянную пластину (рис. 192), на котором  $|AB| = 73 \pm 1$  мм,  $|CD| = 47 \pm 1$  мм. Вычислить показатель преломления  $n$  и оценить погрешность.

1403\*. В дно реки вбит столб, часть которого высотой 1,0 м возвышается над поверхностью воды. Найдите длину тени столба на поверхности воды и на дне реки, если высота Солнца над горизонтом  $30^\circ$ , а глубина реки 2,0 м.

1404. Почему средняя часть дна реки с моста видна, а с берега нет?

1405. Под каким углом к горизонту аквалангист, находясь под водой, видит заходящее солнце?

1406. Выйдет ли световой луч из воды в воздух, если угол падения равен  $45^\circ$ ?  $50^\circ$ ?

1407. Вычислить предельный угол полного отражения для алмаза и для плексигласа.

1408. Предельный угол полного отражения для спирта  $47^\circ$ . Найти показатель преломления спирта.

1409. На экране телевизора электронный луч вызвал свечение люминофора в точке A (рис. 193). Продолжите ход световых лучей от этой точки в стекле трубки. Выявите в связи с этим причину ухудшения качества изображения.

1410. Почему блестят капельки росы? Почему блестят пузырьки воздуха в воде?

1411\*. Световой луч падает на стеклянную плоскопараллельную пластину, толщина которой 6,0 см. Угол падения  $60^\circ$ . Показатель преломления стекла 1,46. Вычислить смещение луча при его прохождении сквозь пластину.

1412\*. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. Угол падения равен  $60^\circ$ . Какова толщина пластины, если при

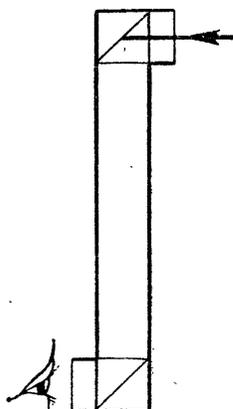


Рис. 194

выходе из нее луч сместился на 10 мм? Показатель преломления стекла 1,5.

1413. Построить изображение светящейся точки, воспринимаемое при ее наблюдении сквозь плоскопараллельную стеклянную пластину и при ее наблюдении сквозь треугольную стеклянную призму.

1414. В каких случаях треугольная призма отклоняет падающий на нее луч не к основанию, а в сторону преломляющего угла?

1415\*. Пройдет ли луч света сквозь призму из вещества с показателем преломления 1,5 и преломляющим углом  $90^\circ$ ?

1416. Построить ход луча сквозь треугольную призму, преломляющий угол которой  $80^\circ$ , а показатель преломления 1,73. Угол падения луча при входе в призму равен  $60^\circ$ .

1417. Луч падает на боковую грань стеклянной призмы под углом  $0^\circ$ . Преломляющий угол призмы  $3^\circ$ . Определить угол отклонения луча призмой.

1418\*. 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 и на какой угол отклонится луч от первоначального направления, пройдя сквозь призму.

1419. На рисунке 194 приведена схема призмленного перископа. Зарисовать схему в тетрадь и показать дальнейший ход изображенного светового луча.

### Линзы

1420. Как, получив при помощи собирающей линзы изображение удаленного предмета, определить фокусное расстояние линзы? Сделайте это.

1421. Почему растения не поливают, если на них падает прямой солнечный свет?

1422. Какова оптическая сила школьных лабораторных линз, имеющих фокусные расстояния 130, 90 и  $-90$  мм?

1423. Каково фокусное расстояние очковых стекол с оптической силой  $+5,0$  дптр и  $-3,5$  дптр?

1424. На собирающую линзу падает световой луч (рис. 195). Найти построением ход преломленного луча.

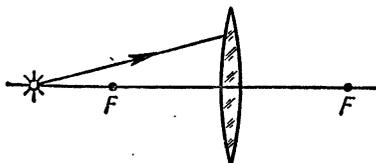


Рис. 195

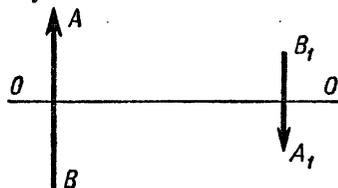


Рис. 196

1425. 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.

1426. На рисунке 196 показаны оптическая ось  $OO$  линзы, предмет  $AB$  и его изображение  $A_1B_1$ . Определить, где расположена линза и где находятся ее фокусы.

1427. С помощью собирающей линзы на экране получено изображение Луны (рис. 197). В какой фазе Луна находится?

1428. Предмет поставлен в фокальной плоскости собирающей линзы. Показать построением, что изображения на экране в этом случае не получается. Почему все же изображение предмета можно видеть?

1429. Построить изображение предмета в собирающей линзе, диаметр которой меньше размера предмета.

1430. Построить изображение предмета в собирающей линзе, половина поверхности которой закрыта непрозрачным экраном.

1431. При каком условии изображение предмета, даваемое собирающей линзой, получается мнимым? Можно ли видеть это изображение? Можно ли получить его на экране?

1432. При помощи линзы получите на экране четкое изображение свечи. Сколько еще четких изображений можно получить, если менять положение только линзы; только свечи; только экрана?

1433. С помощью линзы получите на экране изображение свечи. В какую сторону сместится изображение, если свечу немного переместить вправо, влево, вверх, вниз?

1434. Как изменится действительное изображение, если, не сдвигая линзы, поменять местами предмет и экран? Проверить и объяснить.

1435. Найти оптическую силу и фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, если изображение предмета, помещенного в 15 см от линзы, получается на расстоянии 30 см от нее. Найти увеличение.

1436. Расстояние между свечой и стенкой 1 м. На каком расстоянии от свечи нужно поместить линзу с фокусным расстоянием 9 см, чтобы на стене получилось резкое изображение свечи?

1437. Фокусное расстояние собирающей линзы равно  $F$ . На каком расстоянии  $f$  от линзы получим четкое изображение свечи, поставленной перед линзой на расстоянии  $d$ , равном  $4F$ ?  $2F$ ?  $1,5 F$ ?  $F$ ?  $0,5 F$ ?  $0,1 F$ ? Полученную зависимость  $f = f(d)$  изобразить на графике.

1438. Предмет находится на расстоянии 12 см от двояковогнутой линзы с фокусным расстоянием 10 см. Определить, на каком расстоянии от линзы находится изображение предмета.

1439. Как надо расположить линзу с фокусным расстоянием 13,0 см, предмет и экран, чтобы получить пятикратное увеличение?

1440. Изображение предмета, поставленного на расстоянии 40 см от двояковыпуклой линзы, получилось действительным и увеличенным в 1,5 раза. Каково фокусное расстояние линзы?



Рис. 197

1441. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы, фокусное расстояние которой 40 см, надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение получилось: 1) в натуральную величину; 2) увеличенным в 2 раза; 3) уменьшенным в 2 раза?

1442\*. Фокусное расстояние собирающей линзы равно  $F$ . На каком расстоянии  $d$  от линзы нужно поместить предмет, чтобы увеличение было больше 2, но меньше 3?

1443. Как расположить две собирающие линзы, чтобы пучок параллельных лучей, пройдя обе линзы, вышел параллельным?

1444. 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?

1445. В лабораторной работе с собирающей линзой получены следующие результаты прямых измерений:  $d = 11,0 \pm 0,5$  см;  $f = 21,0 \pm 0,5$  см. Найти фокусное расстояние линзы  $F$  и вычислить погрешность.

### Оптические приборы

1446. Годится ли линза с фокусным расстоянием 50 см для самодельного фотоаппарата?

1447. На объективе фотоаппарата имеются пылинки. Получится ли их изображение на фотографии?

1448. С какого расстояния нужно сфотографировать чертеж, чтобы получить на негативе его копию в масштабе 1 : 5? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 30 см.

1449. С каким фокусным расстоянием нужно взять объектив для фотоаппарата, чтобы с самолета, летящего на высоте 5,0 км, сфотографировать местность в масштабе 1 : 20 000?

1450. При фотографировании с расстояния 200 м высота дерева на негативе оказалась равной 5 мм. Какова действительная высота дерева, если фокусное расстояние объектива 50 мм?

1451. С какого расстояния нужно сфотографировать здание длиной 100 м, если фокусное расстояние объектива 50 мм, а длина кадра на пленке 36 мм?

1452. 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?

1453. На какое минимальное расстояние от глаза следует отнести зеркальце, чтобы увидеть четкое изображение глаза? Проверить и объяснить.

1454. Каков размер изображения предмета высотой 2,0 м на сетчатке глаза, если предмет находится на расстоянии 30 м от наблюдателя? Фокусное расстояние оптической системы глаза 1,5 см.

1455. Если из комнаты смотреть на улицу в окно, то можно увидеть огромный дом. Как он помещается в маленьком окне?

1456. Почему человеку, смотрящему вдоль железнодорожного пути, кажется, что: 1) рельсы постепенно сходятся; 2) высота столбов телеграфной линии постепенно уменьшается; 3) далекие предметы движутся медленнее, чем близкие?

1457. С какой наибольшей высоты летчик, пролетая над футбольным полем, увидит мяч, диаметр которого 25 см, если для видимости предмета необходимо, чтобы угол зрения не был меньше  $1'$ ?

1458. 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?

1459. Возьмите очки и, не трогая пальцами стеклов, определите, для близорукого или дальнозоркого глаза они предназначены?

1460. 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.

1461\*. Человек, сняв очки, читает книгу, держа ее на расстоянии 16 см от глаз. Какой оптической силы у него очки?

1462. Предмет виден невооруженным глазом под углом  $10^\circ$ , а через лупу — под углом  $47^\circ$ . Найти угловое увеличение лупы.

1463. Какое наибольшее увеличение можно получить, пользуясь лупой с фокусным расстоянием 10 см? 1 см?

1464. На каком расстоянии от предмета надо расположить лупу, если ее увеличение  $10\times$ ?

1465. Почему целесообразно располагать глаз поближе к лупе?

1466. Целесообразно ли пользоваться лупой для рассматривания предметов, находящихся в воде, погрузив лупу в воду? Проверить и результат проверки объяснить.

1467. 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.

1468. Микроскоп, объектив которого дает увеличение  $90\times$ , имеет набор окуляров с увеличением 4, 10 и  $15\times$ . Определить увеличение микроскопа при пользовании каждым окуляром.

1469. Диаметр красного кровяного шарика 7,5 мкм. Каков диаметр его изображения в микроскопе, если объектив дает увеличение  $200\times$ , а окуляр  $6\times$ ?

1470. Как должны работать с микроскопом люди, пользующиеся очками: смотреть в окуляр через очки или без них?

1471. Микроскоп установлен для нормального глаза. Куда должен передвинуть тубус близорукий и дальнозоркий человек (вверх, вниз)?

## 2. СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

### Скорость света. Дисперсия света

1472. В опытах Физо по определению скорости света расстояние между колесом и зеркалом равнялось 8,63 км. Колесо имело 720 зубцов и столько же промежутков. Первसे потухание света наблюдалось при 12,6 об/с. Определить скорость света.

1473. Сколько времени свет идет 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?

1474. На каком расстоянии от Солнца находится планета Плутон, если свет проходит это расстояние за 5,5 ч?

1475. 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?

1476. Оптическая плотность у льда меньше, чем у воды. В какой из этих сред свет распространяется с большей скоростью?

1477. Скорость распространения света в алмазе 124 000 км/с. Вычислить показатель преломления алмаза.

1478. Найти скорость света в стекле, имеющем показатель преломления 1,50.

1479. 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?

1480. Показатель преломления воды для луча красного света 1,331, а для луча фиолетового света 1,343. Найти скорость распространения этих лучей в воде.

1481. Скорость распространения луча желтого света в воде 225 000 км/с, а в стекле 198 200 км/с. Определить показатель преломления стекла относительно воды.

1482. Чем объясняется белый цвет снега, черный цвет сажи, зеленый цвет листьев, красный цвет флага?

1483. Светофор дает три сигнала — красный, зеленый, желтый, а лампы внутри него белые. Как получаются разноцветные сигналы светофора?

1484. В бутылку из зеленого стекла налиты красные чернила. Каким цветом бутылки с чернилами на просвет?

1485. Почему цветные кинфильмы снимают при дуговом освещении, а черно-белые и при лампах накаливания?

1486. Почему с Земли небо видно голубым, а с Луны — черным?

### Интерференция света

1487. Могут ли две звезды на небе быть когерентными источниками света?

1488\*. Два параллельных луча падают на стеклянную призму и

выходят из нее (рис. 198). Определить разность хода лучей после преломления. Показатель преломления стекла 1,5.

1489. Две когерентные световые волны достигают некоторой точки с разностью хода 2,0 мкм. Что произойдет в этой точке: усиление или ослабление волн? Рассмотреть случаи, когда свет: 1) красного цвета ( $\lambda_1 = 760$  нм), 2) желтого цвета ( $\lambda_2 = 600$  нм) и 3) фиолетового цвета ( $\lambda_3 = 400$  нм).

1490. Два когерентных источника света  $S_1$  и  $S_2$  с длиной волны 0,5 мкм находятся на расстоянии 2 мм (рис. 199). Экран расположен на расстоянии 2 м от  $S_1$ . Что будет наблюдаться в точке А экрана: усиление или ослабление света?

1491. Опустите очень маленькую каплю скипидара (с конца иголки) на поверхность воды в блюдце. Образовавшуюся тонкую пленку наблюдайте в отраженном свете. Объясните результат опыта.

1492. 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?

1493. Слева между двумя стеклянными пластинами (рис. 200) вложен листок фольги, вследствие чего в отраженном свете натриевого пламени на поверхности верхней пластины видны полосы интерференции. Расстояние между соседними светлыми полосами  $\Delta l = 3$  мм, толщина фольги  $h = 0,02$  мм, длина пластины  $l = 20$  см. Найти длину волны  $\lambda$  света натриевого пламени.

1494. Определите толщину бритвенного лезвия методом, описанным в предыдущей задаче.

1495. На рисунке 201 схематически изображены волны красного, фиолетового и желтого света. Какому цвету соответствует каждая волна?

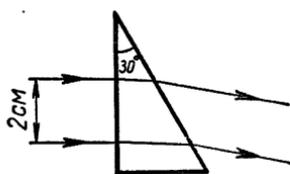


Рис. 198

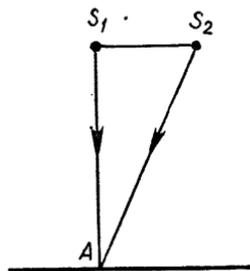


Рис. 199



Рис. 200

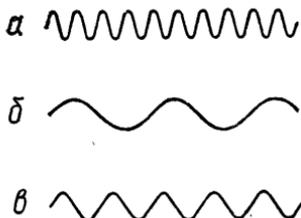


Рис. 201

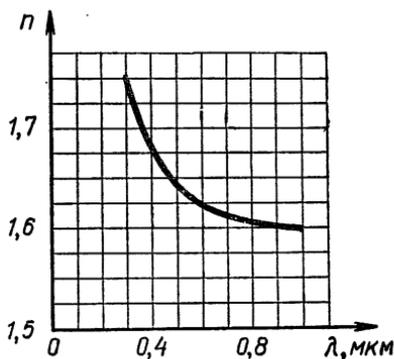


Рис. 202

1496. Длина волны красного света в воздухе 780 нм. Найти частоту колебаний.

1497. Частота света  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равна длина волны в воздухе, соответствующая этой частоте, и какова окраска света этой частоты?

1498. 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?

1499. Длина световой волны в воде 435 нм. Какова длина этой волны в воздухе?

1500. Пользуясь графиком зависимости показателя преломления стекла от длины световой волны (рис. 202), определить диапазон скоростей распространения видимых световых волн в стекле.

### Дифракция света

1501. Если в театре встать за колонной, то артиста не видно, а голос его слышен. Почему?

1502. Почему диафрагмировать объектив фотоаппарата можно только до определенного минимального предела? Чем обусловлен этот предел?

1503. Почему частицы размером менее 0,3 мкм в оптическом микроскопе не видны?

1504. В куске картона сделайте иглой отверстие и посмотрите через него на раскаленную нить электрической лампы. Что вы видите? Объясните.

1505. Посмотрите на нить электрической лампы через птичье перо, батистовый платок или капроновую ткань. Что вы наблюдаете? Объясните.

1506. Объяснить образование венцов у электрических фонарей, когда в воздухе туман или носится морозная пыль.

1507. Расположить граммофонную пластинку так, чтобы смотреть почти параллельно ее поверхности и видеть отраженный свет от электрической лампы. Объяснить, почему наблюдаются радужные блики на пластинке.

1508. Для изготовления искусственных перламутровых пуговиц на их поверхности нарезают мельчайшую штриховку. Почему после этого пуговица приобретает радужную окраску?

1509. 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.

1510. Найти период решетки, если дифракционный максимум первого порядка получен на расстоянии 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1,00 м. Решетка была освещена светом с длиной волны 486 нм.

1511. 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?  
 1512\*. Вычислить длину волны красного света, если расстояние между бороздками на граммофонной пластинке равно  $1/40$  мм, а угол, под которым видна красная часть дифракционного спектра, равен  $2,0^{\circ}$ .

### Поляризация света

1513. Существует ли явление поляризации для звуковых волн в воздухе?

1514. Дно пруда не видно из-за блеска отраженного света. Как можно погасить отраженный свет и увидеть дно?

### 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1515. На рисунке 203 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? Изготовьте такой сигнализатор и испытайте его.

1516. Два космических корабля *А* и *В* движутся навстречу друг другу. Предположим, что космонавты лишены возможности наблюдать какие-либо другие тела в окружающем пространстве. Один космонавт утверждает, что корабль *А* в покое, а корабль *В* 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?

1517. Возможно ли в опыте по электромагнитной индукции лишь по наблюдениям за показаниями гальванометра установить, магнит ли двигался относительно катушки или катушка относительно магнита?

1518. С космического корабля на Землю посылается световой сигнал. Будет ли промежуток времени (по земным часам), за который сигнал дойдет до Земли, одинаков в следующих трех случаях: 1) корабль с большой скоростью удаляется от Земли; 2) корабль с большой скоростью приближается к Земле; 3) корабль неподвижен относительно Земли?

1519. Пуля пролетает в первую секунду 340 м. Выстрел производится с танка вдоль дороги в тот момент, когда расстояние до цели составляет 340 м. Безветрие. Что раньше достигнет цели: пуля или звук выстрела? Ответ дать для случаев,

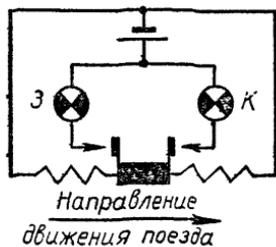


Рис. 203

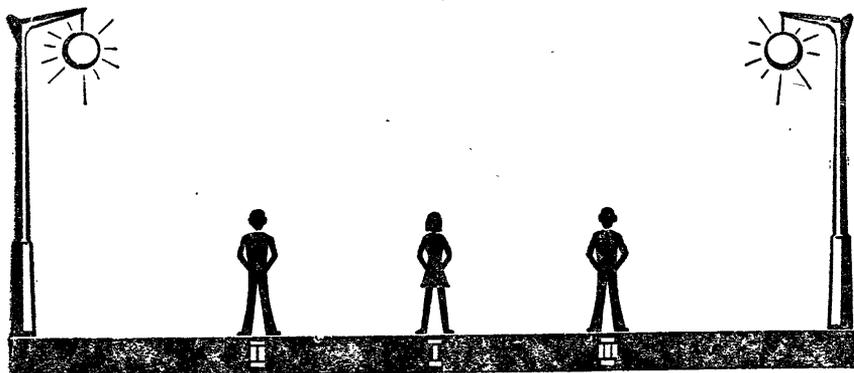


Рис. 204

когда танк: 1) приближается к цели; 2) стоит на месте; 3) удаляется от цели. Скорость звука 340 м/с.

1520. Неподвижный наблюдатель *I* (рис. 204) увидел, что одновременно зажглись фонари. Были ли эти два события одновременными для наблюдателей *II* и *III*?

1521. С какой скоростью должен двигаться космический корабль относительно Земли, чтобы часы на нем шли в 2 раза медленнее, чем на Земле?

1522. Какой промежуток времени пройдет на звездолете, движущемся относительно Земли со скоростью 0,33 *c*, за 50 земных лет?

1523. Какое время пройдет на Земле, если в ракете, движущейся относительно Земли со скоростью 0,99 *c*, пройдет 10 лет?

1524. Во сколько раз время существования нестабильной космической частицы, движущейся со скоростью 0,98 *c* относительно Земли, измеренное по «земным часам», больше ее собственного времени?

1525. В некоторой движущейся системе отсчета длина стержня меньше его собственной длины. Означает ли это, что стержень деформирован?

1526. Длина линейки, неподвижной относительно земного наблюдателя, 1 м. Какова ее длина для того же наблюдателя, если линейка движется относительно него со скоростью 0,6 *c*, направленной вдоль линейки?

1527. С какой скоростью должен лететь звездолет, чтобы пройденный путь, измеренный астрономом, оказался вдвое короче, чем при его измерении с Земли?

1528. Самолет летит над поверхностью Земли со скоростью *v* и зажигает сигнальные огни. С какой скоростью распространяется сигнал относительно наблюдателя на Земле?

1529. Произвести сложение двух одинаково направленных скоростей  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ , если:

$$1) v_1 = 0,5 c; v_2 = 0,8 c;$$

2)  $v_1 = v_2 = 0,5 c$ ;

3)  $v_1 = v_2 = c$ .

1530. Произвести вычитание двух одинаково направленных скоростей  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ ; если:

1)  $v_1 = 0,5 c$ ,  $v_2 = 0,4 c$ ;

2)  $v_1 = 0,9 c$ ,  $v_2 = 0,8 c$ ;

3)  $v_1 = c$ ,  $v_2 = 0,9 c$ ;

4)  $v_1 = c$ ,  $v_2 = c$ .

1531. Два самолета летят навстречу друг другу и имеют относительно Земли скорости 3600 км/ч и 1800 км/ч. Чему равна скорость первого самолета, измеренная с борта второго самолета? Расчет произвести по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.

1532. Два космических корабля движутся относительно Земли со скоростью  $0,75 c$  в противоположных направлениях. Какова их относительная скорость с точки зрения каждого из космонавтов?

1533. Атомное ядро вылетает из ускорителя со скоростью  $0,80 c$  и выбрасывает в направлении своего движения  $\beta$ -частицу. Скорость, с которой  $\beta$ -частица удаляется от ускорителя, равна  $0,95 c$ . Определить скорость  $\beta$ -частицы относительно ядра.

1534\*. Два электрона, двигаясь по прямой относительно земли с одинаковой скоростью  $0,8 c$ , попадают в преграду. При этом один из электронов попадает в преграду на  $0,01$  мкс (по собственному времени) позже другого. Каково было расстояние между электронами в пути в их собственной системе отсчета?

1535. Какова масса протона в системе отсчета, относительно которой он движется со скоростью  $0,8 c$ ?

1536. До какой скорости нужно разогнать электрон, чтобы его масса была в 2 раза больше массы покоя?

1537. Электрон движется со скоростью, равной  $0,6 c$ . Определить импульс электрона.

1538. Вычислить энергию покоя электрона.

1539. Масса самолета в связанной 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?

1540. На сколько граммов увеличивается масса воды в озере объемом  $1 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> при ее нагревании на  $22^\circ\text{C}$ ?

1541. Общая мощность излучения Солнца составляет около  $3,8 \cdot 10^{26}$  Вт. На сколько уменьшается масса Солнца в 1 с?

1542. Вычислить уменьшение массы веществ при образовании 1 кмоль воды в реакции  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 575 \cdot 10^3$  кДж. Можно ли это уменьшение массы обнаружить при помощи весов?

#### 4. ИЗЛУЧЕНИЕ И СПЕКТРЫ

1543. Электрическая лампа посылает 120 Дж световой энергии в 1 мин. Каков световой КПД лампы, если мощность лампы 100 Вт?

1544. Электрическая лампа накаливания мощностью 40 Вт создает световой поток 380 лм. Лампа дневного света той же мощности

создает поток 1700 лм. Какова светоотдача каждой лампы (в лм/Вт)?  
Какая лампа экономичнее и во сколько раз?

1545. Налейте в стеклянный сосуд керосина. Наблюдайте керосин в проходящем и отраженном свете. Чем объясняется различие в окраске?

1546. Послесвечение люминофора на экране телевизора длится  $20 \div 30$  мкс. Каким было бы телевизионное изображение, если бы послесвечение длилось  $0,2 \div 0,3$  с?

1547. Что можно увидеть, если с некоторого расстояния смотреть сквозь призму на блестящую иглу? на лист белой бумаги?

1548. Какого типа спектр будет получен от пламени свечи? пламени костра? нити электрической лампы? спирали электроплитки? пламени электрической дуги? неоновой лампы? лампы дневного света?

1549. Какой спектр будет наблюдаться от электрической искры, проскакивающей между концами металлических проволок?

1550. Почему для получения спектра поглощения натрия поглощающие пары натрия должны быть холоднее, чем источник, испускающий белый свет?

### **Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения**

1551. Для чего металлизуют (покрывают прочным слоем фольги) спецодежду сталеваров, мартенщиков, прокатчиков и др.?

1552. Два совершенно одинаковых спиртовых термометра отличаются только цветом окраски спирта. Будут ли термометры показывать одинаковую температуру, если их выставить на солнце?

1553. Почему сушить окрашенные изделия лучше не в печах, а в инфракрасных сушилках?

1554. Существуют вещества, которые прозрачны для инфракрасного излучения. Проверить на прозрачность грампластинку или лист эбонита.

1555. Почему не следует смотреть на пламя, возникающее при электросварке? Почему темное стекло предохраняет глаза сварщика от вредного действия пламени?

1556. Почему баллоны ртутных ламп ультрафиолетового излучения делают не из обычного стекла, а из кварцевого?

### **Рентгеновское излучение**

1557. 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?

1558. Когда через ионизированные слои атмосферы проходят спутники или космические корабли, то они становятся источниками рентгеновского излучения. Как это объяснить?

1559. Определить кинетическую энергию электрона, достигшего анода рентгеновской трубки, к электродам которой подведено напряжение 50 кВ.

1560. Электроны в рентгеновской трубке достигают анода со скоростью  $1 \cdot 10^8$  м/с. Под каким напряжением работает трубка?

1561\*. Период лучших дифракционных решеток достигает 800 нм. Можно ли при помощи таких решеток наблюдать дифракцию рентгеновского излучения ( $\lambda = 5 \div 4 \cdot 10^{-3}$  нм)? Почему при очень косом падении рентгеновского излучения на решетку ( $90^\circ > \alpha > 89,5^\circ$ ) дифракция наблюдается?

1562. Что дает более густую тень на экране рентгеновской установки: алюминий или медь?

1563. Для чего врачи-рентгенологи при работе пользуются перчатками, фартуками и очками, в которые введены соли свинца?

1564. Почему рентгеновскую пленку хранят в свинцовой коробке, а при съемке ее помещают в алюминиевую кассету?

1565. Посмотрите на рисунок 205. Что изображено: вид кисти руки на экране при рентгеновском просвечивании или рентгеновский снимок (негатив)?



Рис. 205

## 5. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЯ СВЕТА

1566. Металлическая пластина под действием рентгеновского излучения зарядилась. Каков знак заряда?

1567. Определить кинетическую энергию фотоэлектронов, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 2,0 В.

1568. Определить скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 1,0 В.

1569. Выразить энергию  $2,7 \cdot 10^{-19}$  Дж фотона красного света и энергию  $5,0 \cdot 10^{-19}$  Дж фотона фиолетового света в электрон-вольтах.

1570. Найти энергию фотона для света с частотой  $1 \cdot 10^{15}$  Гц. Может ли источник такого излучения испускать протоны с энергией 2 эВ? 8 эВ? 10 эВ?

1571. Каковы частота света, соответствующая энергиям фотонов  $5,0 \cdot 10^{-19}$  Дж?

1572. Длина волны красного света 800 нм, желтого 600 нм, фиолетового 400 нм. Найти отношение энергий их фотонов.

1573. Найти энергию фотона рентгеновского излучения с длиной волны  $1,0 \cdot 10^{-3}$  нм. Сравнить ее с энергией фотона красного света (1,7 эВ).

1574. Какова длина волны фотона с энергией 3,0 эВ? К какому типу электромагнитных волн следует отнести данное излучение?

1575. Радиостанция работает на волне длиной 3 м. Вычислить энергию одного фотона этого излучения и число фотонов, испускаемых в 1 с, если излучаемая мощность 10 Вт.

1576. Почему частота света люминесценции, как правило, меньше частоты поглощенного света? Как это согласуется с законом сохранения энергии?

1577. Сернистый цинк люминесцирует зеленым светом. Возможно ли вызвать люминесценцию сернистого цинка, если его осветить красным светом? фиолетовым светом?

1578. Академик С. И. Вавилов люминесцентную лампу называл световым трансформатором. Почему? Что трансформируется?

1579. Сколько фотонов испускает в 1 с электрическая лампа мощностью 100 Вт, если средняя длина волны излучения 600 нм, а световая отдача лампы 3,3%?

1580. Два излучателя мощностью по 100 Вт каждый создают излучение 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?

1581. 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?

1582. Рентгеновская трубка работает под напряжением 50 кВ. Какова наименьшая длина волны испускаемого ею излучения?

1583. Найти напряжение, под которым должна работать рентгеновская трубка, чтобы наименьшая длина волны излучения равнялась 1 нм.

1584. 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.

1585. Найти работу выхода электрона из металла, если фотоэффект начинается при частоте падающего света  $6,0 \cdot 10^{14}$  Гц.

1586. Найти наибольшую длину световой волны, при которой начинается фотоэффект для цезия и для платины. Работы выхода электрона соответственно равны 1,9 эВ и 6,3 эВ.

1587. Имеется излучение с длиной волны 262 нм. Атомы какого химического элемента являются источниками излучения?

1588. Найти кинетическую энергию и скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цинка ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм.

1589. Найти скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра ультрафиолетовым излучением с длиной волны 155 нм.

1590. Электрон выходит из цезия с кинетической энергией 2 эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода равна 1,8 эВ?

1591. 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?

1592. На рисунке 206 показан график зависимости кинетической энергии  $E$  фотоэлектронов от частоты  $\nu$  поглощенного света. Какой точке на графике соответствует граничная частота фотоэффекта? Как по графику определить работу выхода  $A$  и постоянную Планка  $h$ ?

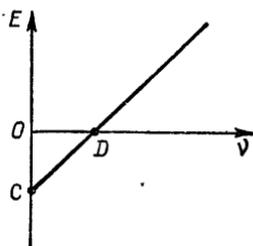


Рис. 206

1593. Найти массу фотона видимого излучения красного цвета ( $\lambda = 0,70 \cdot 10^{-6}$  м) и рентгеновского излучения ( $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-9}$  м).

1594. Найти импульс фотона, если соответствующая ему длина волны равна  $1,6 \cdot 10^{-8}$  м.

1595. Каков импульс фотона с энергией 1 эВ? Какова длина волны такого излучения?

1596. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны  $5,2 \cdot 10^{-7}$  м?

1597. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

1598. При какой длине волны излучения масса фотона равна массе покоя электрона?

1599. На рисунке 207 приведена характеристика фотоэлемента, выражающая зависимость силы фототока насыщения от светового потока, падающего на фотоэлемент. Определить чувствительность фотоэлемента (в мкА/лм). Какой световой поток падает на фотоэлемент, если сила тока насыщения равна 3,0 мА?

1600. На рисунке 208 представлена схема фотореле. Объясните, как работает фотореле, собранное по такой схеме.

1601. Почему давление света на черную поверхность в 2 раза меньше, чем на белую?

1602. Почему хвост кометы направлен всегда в сторону, противоположную Солнцу? Почему длина хвоста кометы не всегда одинакова?

1603. Почему люди загорают особенно быстро на берегу моря и высоко в горах?

1604. Зачем растворы фотореактивов рекомендуется хранить в темноте?

1605. Покройте часть листа фотобумаги пластиной из красного стекла, а другую часть — пластиной из синего стекла и засветите его. Результат из опыта объясните.

1606. Во сколько раз нужно увеличить выдержку при фотосъемке, если уменьшить диафрагму (площадь отверстия) в 2 раза?

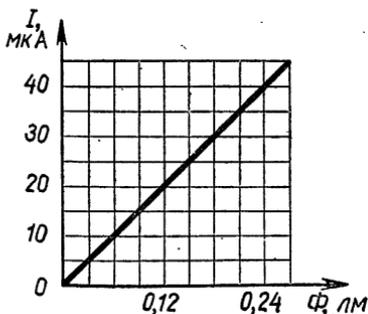


Рис. 207

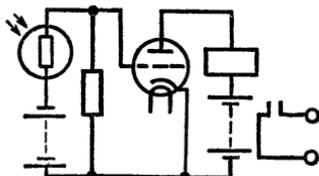


Рис. 208

# VI. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

## 1. АТОМНАЯ ФИЗИКА

1607. При переходе электрона в атоме водорода с одного энергетического уровня на другой был излучен свет с частотой  $4,57 \cdot 10^{14}$  Гц. На сколько уменьшилась энергия атома?

1608. Под действием электронов с кинетической энергией 1,892 эВ водород светится. Какого цвета линия получена в спектре?

1609. Каково максимальное значение энергии фотона, испускаемого атомом водорода, если наименьшая длина волны в линейчатом спектре водорода 91,2 нм?

1610\*. 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, принятую в настоящее время в качестве естественного эталона единицы длины.

## 2. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

1611. Какие изменения могут произойти в работе счетчика Гейгера (рис. 209), если резистор  $R$  заменить другим, имеющим меньшее сопротивление?

1612. На рисунке 210 показаны треки двух частиц в камере Вильсона. Каков знак заряда частиц, если линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости чертежа и направлены от читателя? Одинакова ли масса частиц?

1613. На рисунке 211 показан трек положительно заряженной частицы в камере Вильсона. Частица прошла сквозь слой свинца  $AB$ . Как двигалась частица: сверху вниз или наоборот?

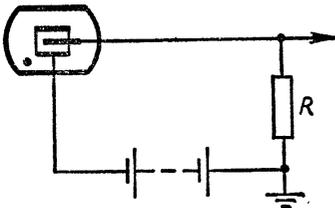


Рис. 209



Рис. 210



Рис. 211

1614. Можно ли в камере Вильсона наблюдать трек заряженной частицы с временем жизни  $10^{-23}$  с?

1615. Почему траектория движения электрона в пузырьковой камере имеет вид плоской спирали?

1616. Фотохимические изменения в молекулах бромистого серебра (AgBr) происходят при длине волны падающего света 600 нм. Сколько приблизительно молекул может активизировать в фотоэмульсии  $\alpha$ -частица, влетающая в нее с энергией 5,0 МэВ?

1617. При естественном радиоактивном распаде энергия  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц почти одинакова. Почему же в камере Вильсона треки  $\alpha$ -частиц короткие, а треки  $\beta$ -частиц настолько длинные, что полностью не вмещаются в камеру? Почему концы треков  $\alpha$ -частиц не прямолинейны?

1618. Какого вида излучение регистрирует счетчик Гейгера, если радиоактивный препарат установлен на расстоянии 10 см от счетчика?

1619. Какую наибольшую толщину может иметь нейлоновая пленка ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ) в окошке счетчика Гейгера, чтобы  $\alpha$ -частица прошла сквозь нее, если пробег  $\alpha$ -частицы в воздухе равен 3,87 см? Почему применяют пленку значительно меньшей толщины? Пробег  $\alpha$ -частицы обратно пропорционален плотности вещества.

1620. При радиоактивном распаде препарата полония, первоначальная масса которого 0,10 мг, счетчик зарегистрировал испускание  $3,0 \cdot 10^{17}$  альфа-частиц. При этом масса полония уменьшилась на 2%. Определить массу атома гелия.

1621. Сколько (по массе) радиоактивного вещества останется по истечении одних, двух, трех и четырех суток, если вначале его было 100 г? Период полураспада вещества равен двум суткам. Через сколько суток весы с чувствительностью 0,01 г покажут отсутствие радиоактивного вещества?

1622. 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.

1623. Как изменится атомная масса и номер элемента, если из ядра будет выброшен протон?  $\alpha$ -частица?

1624. Определить нуклонный состав ядер гелия ( $^4_2\text{He}$ ), изотопа лития  $^6_3\text{Li}$ , натрия ( $^{23}_{11}\text{Na}$ ), изотопа железа  $^{54}_{26}\text{Fe}$ , изотопа урана  $^{235}_{92}\text{U}$ .

1625. Назвать химический элемент, в атомном ядре которого содержится нуклонов: а)  $7p + 7n$ ; б)  $51p + 71n$ ; в)  $101p + 155n$ .

1626. Определить нуклонный состав ядер изотопов водорода ( $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ ,  $^3_1\text{H}$ ), свинца ( $^{204}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{206}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{207}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{208}_{82}\text{Pb}$ ) и урана ( $^{234}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ ).

1627. Во сколько раз плотность ядерного вещества больше плотности железа? Средний объем, занимаемый одним нуклоном,  $2,10^{-38} \text{ см}^3$ .

1628. Определить разность между массой ядра и массой составляющих его нуклонов в изотопе водорода  $^3_1\text{H}$  и изотопе лития  $^7_3\text{Li}$ .

1629. Вычислить энергию связи ядра гелия ( $^4_2\text{He}$ ) и ядра изотопа урана  $^{238}_{92}\text{U}$ .

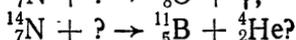
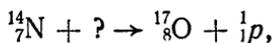


Рис. 212

1630. Работа по разделению молекулы воды на водород и кислород равна 5 эВ. Во сколько раз атомные ядра прочнее молекулы воды?

1631. Найти среднюю энергию связи, приходящуюся на 1 нуклон, в ядрах изотопа лития  ${}^6_3\text{Li}$ , азота ( ${}^{14}_7\text{N}$ ), кислорода ( ${}^{16}_8\text{O}$ ).

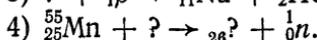
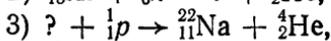
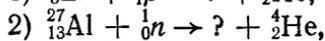
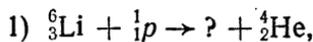
1632. Ядерные реакции классифицируют по виду частиц, которыми обстреливаются ядра. Какие частицы применялись в следующих реакциях:



1633. 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?

1634. Почему нейтроны легче проникают в ядра атомов, чем другие частицы?

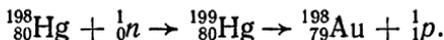
1635. Допишите ядерные реакции:



1636. Ядро атома бора ( ${}^{11}_5\text{B}$ ) при бомбардировке быстрыми протонами распадается на три частицы, треки которых в камере Вильсона показаны на рисунке 212. Какие это частицы? Напишите уравнение реакции.

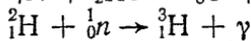
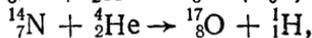
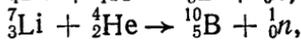
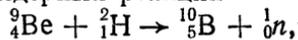
1637. В земной атмосфере все время происходит ядерная реакция, при которой космические нейтроны захватываются ядрами молекул газов, входящих в состав воздуха. При этом ядра азота превращаются в радиоактивный изотоп углерода  ${}^{14}_6\text{C}$ . Напишите уравнение этой реакции.

1638. Известна следующая лабораторная реакция получения золота из ртути:



Почему эта реакция не нашла себе промышленного применения?

1639. Для каждой из ядерных реакций



определить, происходит освобождение энергии или поглощение.

1640. Ядро изотопа урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$ , захватив один нейтрон, разделилось на два осколка. При этом освободилось два нейтрона. Один из

осколков оказался ядром изотопа ксенона  ${}^{140}_{54}\text{Xe}$ . Каким был второй осколок? Напишите уравнение реакции.

1641. 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?

1642. Допишите уравнение следующей реакции деления ядра атома урана -235:  ${}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{143}_{54}\text{Ba} + ?$ . Кинетическая энергия обоих осколков равна  $2,55 \cdot 10^{-11}$  Дж. Считая, что осколки при делении разлетаются в противоположные стороны, определить скорость ядра изотопа бария.

1643. В процессе деления ядро урана распадается на две части, общая масса покоя которых меньше начальной массы ядра на  $0,2 m_p$ . Сколько энергии выделяется при делении одного ядра урана?

1644. Какую часть своей скорости потеряет нейтрон при упругом столкновении с ядром атома водорода? углерода? свинца?

Почему в качестве замедлителей нейтронов применяют графит или воду?

1645. Критическая масса шарообразного образца изотопа урана  ${}^{235}\text{U}$  равна 60 кг. Каков критический объем этого изотопа? Каков диаметр уранового шара, способного взрываться?

1646. 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  $1 \cdot 10^{-6}$  с.

1647. Сколько ядер урана-235 должно делиться в 1 с, чтобы мощность ядерного реактора была равна 1 Вт?

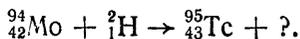
1648. Мощность первой в мире советской атомной электростанции 5000 кВт при КПД 17%. Считая, что при каждом акте распада выделяется в реакторе 200 МэВ энергии, определить расход урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$  в сутки.

1649. Мощность атомной электростанции  $5 \cdot 10^5$  кВт 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 75%.

1650. В процессе ядерного синтеза 50 000 кг водорода превратились в 49 644 кг гелия. Найти количество выделившейся при этом энергии.

1651. Ядра изотопов с зарядами ядер  $Z = 43, 61, 85$  и более 92 протонных единиц не встречаются в природе, но получены искусственно. Назовите эти изотопы.

1652. Радиоактивный изотоп технеция  ${}^{95}_{43}\text{Tc}$ , не обнаруженный в природе, был получен искусственно в результате реакции



Какая частица выбрасывается?

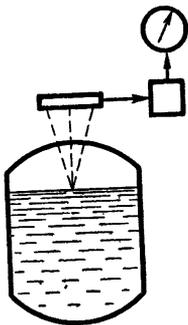


Рис. 213

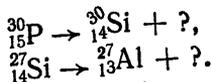
1653. На рисунке 213 изображена схема радиоактивного уровнемера. Объяснить, как действует уровнемер. Какова зависимость интенсивности излучения от расстояния между поплавком с радиоактивным излучателем и счетчиком?

### 3. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

1654. Чем отличается в камере Вильсона трек протона от трека позитрона?

1655. В радиоактивных изотопах ядра, в которых значительно больше нейтронов, чем протонов, испускают электроны; ядра, в которых больше протонов, испускают позитроны. Какой вид излучения дают ядра азота  $^{13}_7\text{N}$ , ядра натрия  $^{24}_{11}\text{Na}$ , ядра трития  $^3_1\text{H}$ ?

1656. Допишите ядерные реакции:



1657. Электрон и позитрон, имеющие кинетическую энергию по 0,24 МэВ, при встрече превратились в два одинаковых фотона. Определить энергию каждого фотона и соответствующую ему длину волны.

1658. Фотон с энергией 3 МэВ превратился в пару электрон-позитрон. Найти кинетическую энергию каждой частицы в предположении, что она у обеих частиц одинакова.

1659. 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?

1660. Как объяснить, что в камере Вильсона  $\beta$ -частицы от одного и того же радиоактивного изотопа не обладают одинаковой длиной пробега?

1661. Свободные нейтроны превращаются в протоны. Почему обратный процесс возможен только внутри атомных ядер?

1662. Как повлияет на состав электронной оболочки атома внутриядерное превращение  $n \rightarrow p$  и  $p \rightarrow n$ ?

1663. Нейтрон распадается по схеме  $n \rightarrow p + e^- + \gamma$ . В то же время нейтрон восстанавливается по схеме  $p + \gamma \rightarrow e^+ + n$ . Если эти реакции протекают последовательно, то в результате получим исходный нейтрон и, кроме того, электрон и позитрон. Как это согласуется с законами сохранения?

## VII. ЗАДАЧИ НА ПОВТОРЕНИЕ

### I. Качественные

1664. К каким видам механического движения следует отнести движение гири, стрелок и маятника в стенных часах (рис. 214)? Написать уравнение каждого из трех движений.

1665. Рассмотрите свободное падение камня на Землю в системе, связанной с самим камнем. Будет ли эта система отсчета инерциальной?

1666. Почему во время ледохода на порогах реки образуются заторы льда?

1667. Почему с сортировочной горки груженный вагон спускается быстрее порожнего?

1668. Приведите примеры проявления третьего закона Ньютона в электрических явлениях и процессах.

1669. Являются ли векторными следующие величины: путевая средняя скорость, электродвижущая сила, сила тока, скорость изменения силы тока, магнитный поток, оптическая сила линзы?

1670. Почему формула  $F_{тр} = kN$  не может быть записана в векторной форме?

1671. Какая работа будет произведена (положительная или отрицательная), если вектор силы с вектором перемещения составит: 1) нулевой угол; 2) острый угол; 3) прямой угол; 4) тупой угол; 5) развернутый угол?

1672. Во сколько раз нужно увеличить мощность двигателя на самолете, чтобы увеличить его скорость в 2 раза?

1673. Тело брошено под углом к горизонту. В каких точках парабола работы силы тяжести за 1 с имеет наибольшее и наименьшее значение?

1674. Земля обращается вокруг Солнца по эллипсу. В связи с этим расстояние между ними и потенциальная энергия системы все время изменяются. В какой вид энергии она при этом преобразуется?

1675. Какие макроскопические явления будут наблюдаться, если скорости всех молекул газа увеличатся? среднее расстояние между молекулами газа уменьшится?

1676. О каких изменениях в состоянии движения частиц, образующих тело, свидетельствуют такие явления: 1) охлаждение тел; 2) диффузия газов; 3) отвердевание жидкостей; 4) упругое растяжение стержня; 5) растворение соли в воде?

1677. Почему, поднимаясь в высокие слои атмосферы, воздух охлаждается?

1678. Из каких двух противоположных физических процессов состоит круговорот воды в природе?

1679. Сможет ли вода, поднимаясь по изогнутой капиллярной

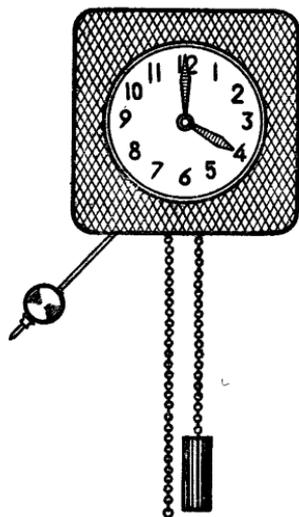


Рис. 214

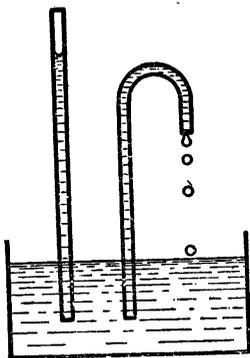


Рис. 215

трубке, возвращаться в сосуд (рис. 215)? Возможен ли основанный на таком принципе «вечный двигатель»?

1680. В кабине космического корабля установлена капиллярная стеклянная трубка, опущенная одним концом в сосуд с водой. Какова высота воды в трубке на участках траектории от момента старта до выхода на орбиту ИСЗ включительно?

1681. Для чего ставят конденсаторы: в ламповом выпрямителе? радиоприемнике? в ламповом генераторе (параллельно вторичной обмотке микрофонного трансформатора)? в системе зажигания двигателя автомобиля (параллельно прерывателю)?

1682. Верно ли, что молниеотвод служит для того, чтобы притягивать к себе молнию и отводить ее в Землю?

1683. 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. Через сколько времени закипит вода, если включить оба элемента? Каким будет сравнительный расход электрической энергии во всех трех случаях? Тепловые потери не учитывать.

1684. На рисунке 216 показана рамка в магнитном поле. Повернется ли рамка? В какую сторону и на какой угол?

1685. Что произойдет в кольце, когда в него введут магнит, если кольцо сделано из непроводника? проводника? сверхпроводника?

1686. Как проявляется третий закон Ньютона в опыте Эрстеда (рис. 217, а) и опыте Фарадея (рис. 217, б)?

1687. Почему через ванны для гальванических покрытий нельзя пропускать переменный электрический ток?

1688. Пользуясь электрическим

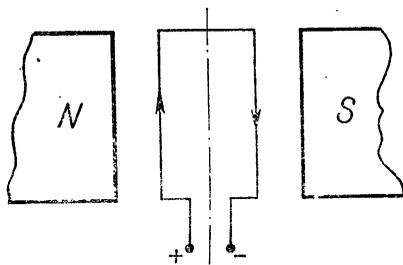
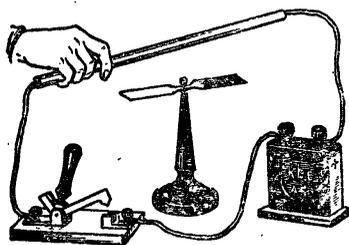
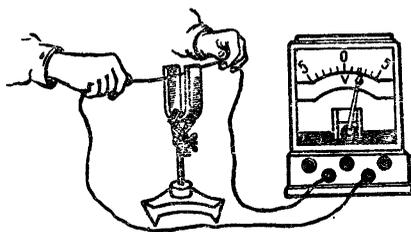


Рис. 216



а



б

Рис. 217

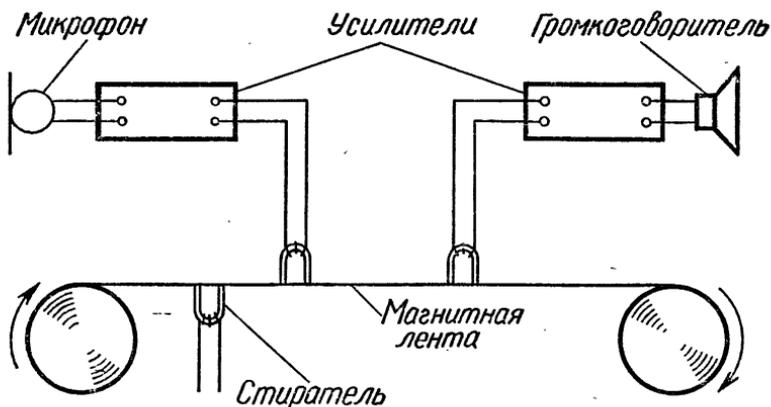


Рис. 218

трансформатором, можно выиграть в напряжении, но во столько же раз проиграть в силе тока (или наоборот). Не являются ли аналогами трансформатора рычаг? ременная передача? гидравлический пресс? труба переменного сечения? лампа люминесцентная? Что трансформируется в каждом из этих случаев?



Рис. 219

1689. На рисунке 218 представлена принципиальная схема магнитофона с ферромагнитной лентой. Какие физические явления положены в основу магнитной записи и воспроизведения звука?

1690. Где надо расположить точечный источник света относительно вогнутого зеркала и линзы, чтобы осветитель давал пучок параллельных лучей (рис. 219)?

1691. Объяснить происхождение цвета синего стекла; синей бумаги; синего неба.

1692. Некоторые автомобили имеют дополнительные противотуманные фары желтого света. Почему такие фары освещают дорогу и в туманную погоду?

1693. Имеется ли в спектре электрической лампы накаливания ультрафиолетовая часть?

1694. Приведите примеры резонанса в случае механических, звуковых, электрических и световых колебаний.

## II. Графические

1695. Построить график зависимости от времени кинетической, потенциальной и полной механической энергии тела массой 1,0 кг, брошенного вертикально вверх с начальной скоростью 9,8 м/с. График начертить для промежутка времени  $0 \leq t \leq 2\text{с}$ .

1696. На графике (рис. 220) 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?

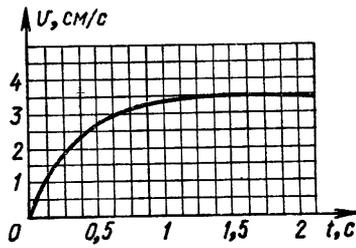


Рис. 220

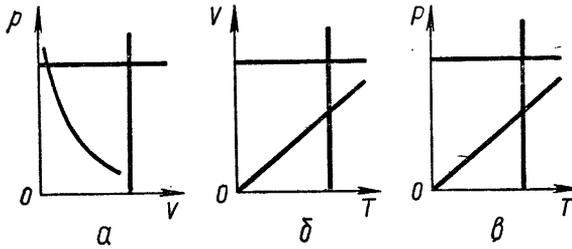


Рис. 221

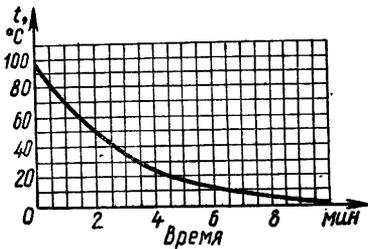


Рис. 222

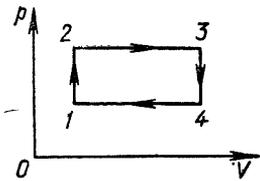


Рис. 223

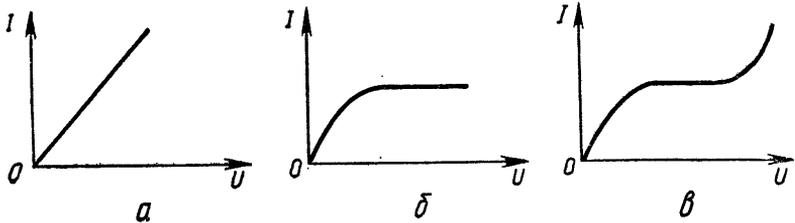


Рис. 224

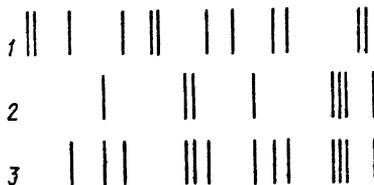


Рис. 225

Почему, начиная с некоторого момента, скорость шарика не увеличивается?

1697. На рисунке 221 изображены для идеального газа изотерма, изобара и изохора в координатах:  $p, V; V, T; p, T$ . Определите в каждом случае изотерму, изобару и изохору.

1698. На графике (рис. 222) изображен процесс изменения температуры тела при его остывании. Одинаковое ли количество теплоты тело отдает за каждую секунду в окружающее пространство?

1699. На рисунке 223 показан цикл работы теплового двигателя. Из каких участков состоит цикл? На каких участках газ находится в контакте с нагревателем и на каких — с холодильником?

1700. Начертите графики гармонических колебаний, выражаемых уравнениями  $x = 4 \cos \pi t$  и  $x = 2 \cos (0,5t + 0,5\pi)$ .

1701. Каким средам соответствуют вольт-амперные характеристики, приведенные на рисунке 224?

1702. На рисунке 225 показаны спектры неона (2) и двух смесей газов (1 и 3). В какой из смесей содержится неон?

### III. Экспериментальные

1703. Наполните бидон водой и быстро вращайте его на вытянутой руке в вертикальной плоскости. Почему вода не выливается из бидона?

1704. Известен такой опыт: стакан с водой ставят на лист бумаги, лежащей на столе. Резким движением лист выдергивают из-под стакана. Изменится ли результат опыта, если на бумагу поставить пустой стакан? Ответ проверить на опыте и объяснить.

1705. Опустите осторожно бритвенное лезвие плашмя на поверхность воды в тарелке. Почему лезвие не тонет?

1706. Как определить экспериментально знаки полюсов гальванического элемента? Предложить несколько способов.

1707. Какими способами можно измерить электрическое сопротивление проводника?

1708. Проверьте бытовой электронагревательный прибор на отсутствие замыкания на корпус (рис. 226). Исправен ли чайник, изображенный на рисунке?

1709. Из набора линз с фокусными расстояниями 2 мм, 1 см, 5 см, 10 см, 1 м отберите те, которые пригодны для изготовления: 1) лупы, 2) фотоаппарата, 3) проекционного аппарата, 4) микроскопа.

1710. На каком физическом принципе основано действие чашечных весов, динамометра, ареометра, барометра, анероида, жидкостного манометра, часов, термометра, амперметра? Будут ли эти приборы работать в состоянии невесомости?



Рис. 226

#### IV. Вычислительные

1711. Определить скорость прямолинейного движения, заданного уравнением  $s = 10 + 2t + 0,5t^2$ , в конце шестой секунды от начала движения.

1712. Написать уравнение прямолинейного движения и определить перемещение точки за 8,0 с, если скорость выражается формулой  $v = 3t + 5$ .

1713. 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?

1714. При подъеме груза мостовым краном он имеет три взаимно перпендикулярные скорости относительно земли:  $|\vec{v}_1| = 0,3$  м/с;  $|\vec{v}_2| = 0,4$  м/с,  $|\vec{v}_3| = 0,5$  м/с. С какой результирующей скоростью  $v$  перемещался груз в пространстве?

1715. Скорость автомобиля массой 1000 кг увеличилась за 10 с на некотором прямолинейном участке дороги от 10 до 15 м/с. Определить ускорение, конечную координату, перемещение, силу тяги, изменения импульса и кинетической энергии автомобиля, работу и мощность двигателя. Использовать одну координатную ось, начало которой совместить с началом вектора перемещения автомобиля за рассматриваемый промежуток времени.

1716. От равномерно движущегося поезда был отцеплен последний вагон, который стал двигаться равнозамедленно, пока не остановился. Доказать, что пройденный вагоном путь в 2 раза меньше пути, пройденного поездом за то же время.

1717. 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?

1718. Движение тела происходит по уравнению  $s = \frac{t^3}{3} - 2t^2 + 3t$ . В какие моменты времени тело меняет направление движения?

1719. С аэростата, находящегося на высоте 125 м, выпал предмет. Найти время падения предмета на землю, если аэростат: 1) неподвижен, 2) поднимается вертикально вверх со скоростью 5,0 м/с, 3) опускается вертикально вниз со скоростью 5,0 м/с.

1720. Мяч подбросили с земли вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. На какой высоте он окажется через 1,0 с? Сколько времени он будет подниматься вверх? Какова высота наибольшего подъема? Через сколько времени и с какой конечной скоростью упадет мяч на землю?

1721. Определить наибольшую высоту, на которую поднимется тело, если оно брошено с земли вертикально вверх со скоростью 49,0 м/с.

1722. Угол  $\varphi$  поворота колеса радиусом  $R = 10$  см изменяется по закону  $\varphi = 4 + 2t - t^3$  (где угол  $\varphi$  выражается в радианах, а время  $t$  — в секундах). Найти зависимость угловой  $\omega$  и окружной  $V$  скорости колеса от времени.

1723. С какой линейной скоростью и каким центростремительным ускорением движется электрон в атоме водорода по орбите радиусом  $0,5 \cdot 10^{-5}$  м?

1724. 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.

1725. Деталь механизма движется прямолинейно по закону  $s = \sin 2t$ , где смещение  $s$  выражается в метрах, а время  $t$  — в секундах. Определить силу, действующую на деталь в момент времени  $t = \pi/3$ . Масса детали 0,02 кг.

1726. Определить массу Солнца, зная, что средняя скорость Земли по орбите составляет 30 км/с, а радиус орбиты Земли  $1,5 \cdot 10^8$  км.

1727. Цилиндр высотой 120 см наполнен водой. Где нужно сделать отверстие в стенке цилиндра, чтобы дальность полета выброшенной струи была наибольшей?

1728. На рисунке 227 показана траектория мяча  $ABDE$ . Определить скорость мяча в точках  $B, D, E$ , полное время его движения и дальность полета  $CE$ , если  $|AB| = |BC| = 1$  м. Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1729. Какое ускорение сообщает телу, движущемуся по горизонтальному пути, сила трения, если коэффициент трения равен 0,20?

1730. Поезд массой 1000 т отходит от станции равноускоренно и на расстоянии 250 м развивает скорость 36 км/ч. Коэффициент сопротивления 0,0060. Определить силу тяги тепловоза.

1731. На тело, движущееся равномерно по горизонтальной поверхности, действует сила тяги, направленная под углом  $\alpha$  к горизонту. При каком значении угла  $\alpha$  сила тяги будет наименьшей, если коэффициент трения равен  $\mu$ ?

1732. Основание наклонной плоскости равно  $b$ . Под каким углом  $\alpha$  должна быть наклонена плоскость, чтобы время соскальзывания с нее тела без трения было наименьшим?

1733. Груз массой 10 кг тянут равномерно по горизонтальной поверхности, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту.

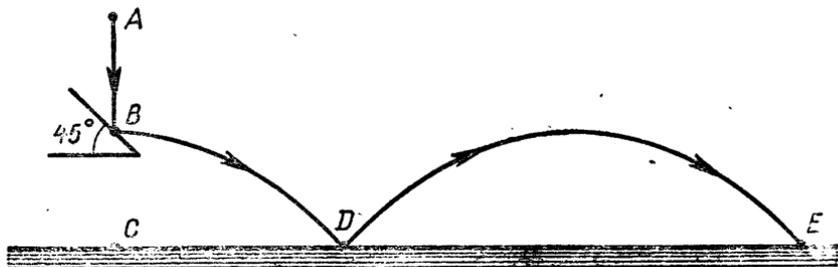


Рис. 227

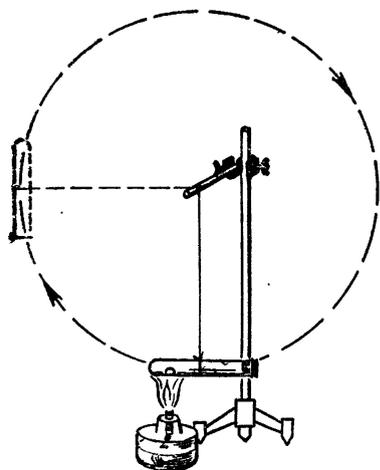


Рис. 228

Коэффициент трения равен 0,3. Найти работу этой силы при прохождении телом расстояния 5,0 м.

1734. Пробирка с каплей эфира подвешена на нити длиной 1 м (рис. 228). С какой наименьшей скоростью должна вылететь пробка после подогревания эфира, чтобы пробирка могла сделать полный оборот в вертикальной плоскости? Масса пробирки 100 г, масса пробки 20 г.

1735. Какой должна быть масса и начальная скорость пули, чтобы ее импульс равнялся  $8,00 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ , а кинетическая энергия 3,20 кДж?

1736. При электролизе воды через ванну протекло 5000 Кл электричества. Какова температура выделившегося кислорода, если его объем 250 см<sup>3</sup> и давление 970 мм рт. ст?

1737. В баллоне емкостью 50 л содержится кислород под давлением 100 атм при температуре 0°C. Сколько времени пришлось бы пропускать ток 7,0 А, чтобы путем электролиза воды получить такое же количество кислорода?

1738. Что обладает большей внутренней энергией: 1 кг воды или 1 кг водяного пара при 100°C? На сколько?

1739. Сколько льда при температуре 0°C можно расплавить струей стоградусного пара, израсходовав 1 кг пара?

1740. Давление кислорода в баллоне равно 0,1 МПа. Масса молекулы кислорода  $5,3 \cdot 10^{-26}$  кг и средняя скорость движения молекул 425 м/с. Какова концентрация молекул?

1741. Посредине горизонтально натянутой медной проволоки длиной 20 м и сечением 50 мм<sup>2</sup> подвешен груз 170 Н. Проволока провисает на 50 см. Определить запас прочности.

1742. Груз 12 кН нужно подвесить на кронштейне. Длина горизонтальной поперечины 0,48 м, а укосины 0,80 м. Рассчитать сечение поперечины и укосины, если предел прочности материала на растяжение 500 Н/мм<sup>2</sup>, а на сжатие 450 Н/мм<sup>2</sup>. Коэффициент запаса прочности должен быть равен 3.

1743. В электролебедке применен канат сечением 40 мм<sup>2</sup> с пределом прочности 1600 Н/мм<sup>2</sup>. Канат навивается на барабан со скоростью 45 м/мин. Мощность, развиваемая двигателем, 15 кВт. Найти запас прочности каната на разрыв.

1744. В сосуде нагреваются 1,0 л воды и 50 г льда, начальная температура которых 0°C. Через сколько времени закипит вода, если мощность нагревателя 500 Вт, а его тепловая отдача 60%? Теплоемкость сосуда не учитывать.

1745. С какой скоростью влетает метеор в атмосферу Земли, если при этом он нагревается так, что полностью плавится и превращается

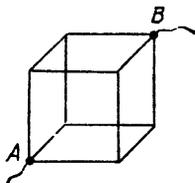


Рис. 229

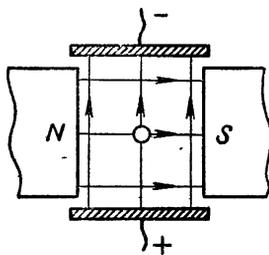


Рис. 230

в пар? Метеорное вещество близко к железу. Начальную температуру метеора принять равной 273 К.

1746. Проводник  $A$  наэлектризован положительно, а проводник  $B$  — отрицательно. Потенциал проводника  $A$  втрое ниже, но емкость его вчетверо больше, чем у проводника  $B$ . С какого проводника на какой перейдет заряд, если проводники соединить проволокой? Каков будет знак их общего потенциала?

1747. Из однородной проволоки сделан каркас в форме куба (рис. 229), каждое ребро которого имеет сопротивление  $r$ . Каково сопротивление всего каркаса, если ток будет течь от вершины  $A$  к вершине  $B$ ?

1748. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, если при внешнем сопротивлении цепи 2,0 Ом сила тока равна 0,80 А, а при внешнем сопротивлении 3,0 Ом сила тока равна 0,60 А.

1749. Мощность, отдаваемая источником тока во внешнюю цепь, может быть вычислена по формуле  $P = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$ . Доказать, что мощность имеет максимум при  $R = r$  (где  $R$  — сопротивление внешней цепи,  $r$  — внутреннее сопротивление источника).

1750. В электроннолучевой 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?

1751. Заряженная частица движется в направлении, перпендикулярном к плоскости чертежа (рис. 230), в магнитном поле с индукцией  $B = 6,0 \cdot 10^{-4}$  Тл и электрическом поле с напряженностью  $E = 1,0 \times 10^4$  В/м. Какова скорость частицы, если действующие на нее силы со стороны электрического и магнитного полей уравниваются?

1752. 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?

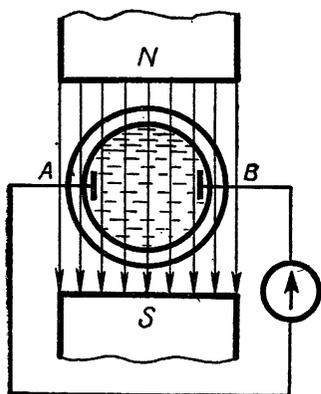


Рис. 231

1753. По трубе из полиэтилена (рис. 231) течет проводящая жидкость. Труба помещена в магнитное поле с индукцией 0,01 Тл. Расстояние между электродами равно 500 мм. При какой скорости потока жидкости напряжение на электродах будет равно 0,25 мВ?

1754. В катушке с индуктивностью 0,21 Гн течет ток, изменяющийся по уравнению  $i = 5 \sin \frac{2\pi}{0,02} t$ . Написать уравнение зависимости ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}$  от времени.

1755. За сколько времени подъемный кран поднимает груз массой 5,0 т на высоту 3,0 м, если используемый на кране электродвигатель постоянного тока работает под напряжением 220 В и потребляет ток 60 А? КПД крана 80%.

1756. Электровоз с двигателями постоянного тока движется с постоянной скоростью 43,2 км/ч, развивая среднюю силу тяги 43,7 кН. Определить силу тока в двигателях, если они работают под напряжением 1500 В. КПД двигателей 92%.

1757. Электродвигатель токарного станка работает под напряжением 220 В и потребляет ток 30 А. КПД двигателя 0,90, а КПД коробки скоростей станка 0,75. Определить силу резания при обработке стального цилиндра диаметром 300 мм, если шпиндель вращается с частотой 100 об/мин.

1758. Для прогрева замерзшего трубопровода со льдом применен электронагреватель, работающий под напряжением 120 В и потребляющий ток 500 А. Сколько льда плавится в трубе в 1 мин, если тепловые потери составляют 20%? Температуру льда принять равной 0°C.

1759. Определить максимальные скорость и ускорение гармонически колеблющегося тела, если амплитуда колебания равна 5,0 см, а период 4,0 с.

1760. Тело гармонически колеблется с амплитудой 5,0 см и периодом 2,0 с. Начальная фаза равна нулю. Какова скорость тела в момент времени, когда координата точки равна 2,5 см? В начальный момент времени координата тела равна нулю.

1761\*. Тело участвует одновременно в двух гармонических колебательных движениях  $x_1 = x_{1m} \sin \frac{2\pi}{T_1} t$  и  $x_2 = x_{2m} \sin \frac{2\pi}{T_2} t$ , происходящих по одной прямой. Известно, что  $x_{1m} = 0,1$  м и  $x_{2m} = 0,05$  м,  $T_1 = T_2 = 0,6$  с. Найти значения скорости результирующего колебания спустя 0,3; 0,6 и 0,9 с после начала колебаний.

1762. При помощи проекционного фонаря на экране получен светлый круг радиусом 50 см. Приблизив фонарь к экрану, получили круг радиусом 20 см. Как при этом изменилась освещенность экрана?

1763. Предмет с большого расстояния постепенно приближают к

собирающей линзе до соприкосновения с ней. Как при этом будет изменяться изображение и его расстояние до линзы?

1764. Собирающая линза дает трехкратное увеличение предмета, находящегося в 10 см от нее. Найти фокусное расстояние линзы.

1765. С какой выдержкой следует фотографировать велосипедиста, едущего со скоростью 5 м/с, чтобы размытость изображения не превышала 0,1 мм? Расстояние велосипедиста от аппарата 5 м. Фокусное расстояние объектива 50 мм.

1766. При какой температуре средняя энергия теплового движения молекулы (на одну степень свободы) равна энергии фотона с длиной волны 0,60 мкм?

1767. Нейтрон, летящий со скоростью 2400 км/с, поглощается неподвижным ядром кадмия. Определить скорость образовавшегося нового ядра.

1768. Медная пластина объемом 10 см<sup>3</sup> облучается потоком медленных нейтронов. На сколько повысится температура пластины, если она полностью затормозит  $10^{21}$  нейтронов, летевших со скоростью 20 км/с? Считать, что вся энергия нейтронов идет на нагрев пластины, а теплоотдача пластины пренебрежимо мала.

1769. Радиоактивное атомное ядро вылетает из ускорителя со скоростью 0,80 с и выбрасывает в направлении своего движения  $\beta$ -частицу. Скорость, с которой  $\beta$ -частица удаляется от ускорителя, равна 0,95 с. Определить скорость  $\beta$ -частицы относительно ядра.

*Таблица 1*

**Основные физические постоянные<sup>1</sup>**

Атомная единица массы, а.е.м. . . . .	1,66 · 10 <sup>-27</sup> кг = 931 МэВ
Масса покоя электрона, $m_e$ . . . . .	9,1 · 10 <sup>-31</sup> кг
Масса покоя протона, $m_p$ . . . . .	1,67 · 10 <sup>-27</sup> кг
Масса покоя нейтрона, $m_n$ . . . . .	1,68 · 10 <sup>-27</sup> кг
Объем моля идеального газа при нормальных условиях, $V_0$ . . . . .	22,4 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /моль
Постоянная Больцмана, $k$ . . . . .	1,38 · 10 <sup>-23</sup> Дж/К
Постоянная универсальная газовая, $R$ . . . . .	8,31 Дж/(моль · К)
Постоянная гравитационная, $G$ . . . . .	6,67 · 10 <sup>-11</sup> Н · м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
Скорость света в вакууме, $c$ . . . . .	2,998 · 10 <sup>8</sup> м/с
Ускорение свободного падения, $g$ . . . . .	9,807 м/с <sup>2</sup>
Число Авогадро, $N_A$ . . . . .	6,02 · 10 <sup>23</sup> моль <sup>-1</sup>
Число Лошмидта, $n_0$ . . . . .	2,69 · 10 <sup>25</sup> м <sup>-3</sup>
Число Фарадея, $F$ . . . . .	9,65 · 10 <sup>4</sup> Кл/моль
Элементарный заряд, $e$ . . . . .	1,60 · 10 <sup>-19</sup> Кл

*Таблица 2*

**Плотности веществ, × 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>**

**1. Твердые тела  
(при температуре 15—20°C)**

Алюминий . . . . .	2,7	дуб . . . . .	0,80
Бетон . . . . .	2,2	сосна . . . . .	0,50
Вольфрам . . . . .	19,3	Железо . . . . .	7,9
Древесина сухая:		Золото . . . . .	19,3
береза . . . . .	0,70	Кирпич . . . . .	1,8

<sup>1</sup> 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.

Латунь . . . . .	8,5	Пробка . . . . .	0,20
Лед (0°C) . . . . .	0,90	Свинец . . . . .	11,3
Медь . . . . .	8,9	Серебро . . . . .	10,5
Мрамор . . . . .	2,7	Сталь . . . . .	7,8
Олово . . . . .	7,8	Стекло (оконное) . . . . .	2,5
Парафин . . . . .	0,90	Фарфор . . . . .	2,3
Платина . . . . .	21,5	Цинк . . . . .	7,1
Плексиглас (орг. стекло) . . . . .	1,2	Уран-235 . . . . .	18,0
Пенопласт . . . . .	0,02 — 0,10	Чугун . . . . .	7,0 — 7,8

## 2. Жидкости

(при температуре 15—20°C)

Азот жидкий (—196°C) . . . . .	0,79	Молоко . . . . .	1,03
Бензин . . . . .	0,70	Нефть . . . . .	0,80
Вода (4°C) . . . . .	1,00	Раствор медного купороса (насыщенный) . . . . .	1,15
Вода морская . . . . .	1,03	Ртуть (0°C) . . . . .	13,60
Воздух жидкий (—194°C) . . . . .	0,86	Серная кислота . . . . .	1,84
Глицерин . . . . .	1,26	Скипидар . . . . .	0,87
Керосин . . . . .	0,80	Спирт . . . . .	0,80
Кислород жидкий (—182°C) . . . . .	1,14	Эфир . . . . .	0,71
Масло (смазочное) . . . . .	0,90		

## 3. Газы

(при 0°C и давлении 101325 Па)

Азот . . . . .	0,00125	Метан . . . . .	0,00071
Аммиак . . . . .	0,00077	Неон . . . . .	0,00090
Водород . . . . .	0,000090	Озон . . . . .	0,00214
Воздух . . . . .	0,00129	Оксись углерода . . . . .	0,00125
Гелий . . . . .	0,00018	Углекислый газ . . . . .	0,00198
Кислород . . . . .	0,00143	Хлор . . . . .	0,00321

Таблица 3

## Коэффициенты трения скольжения

Бронза по бронзе . . . . .	0,20	Кожаный ремень по чугунно-му шкиву . . . . .	0,56
Бронза по чугуну со слабой смазкой . . . . .	0,19	Сталь по льду . . . . .	0,02
Дерево по дереву (дуб) . . . . .	0,50	Сталь по стали . . . . .	0,13
Дерево по сухой земле . . . . .	0,71	Чугун по чугуну со слабой смазкой . . . . .	0,15
Кирпич по кирпичу . . . . .	0,65	Уголь по меди . . . . .	0,25

Таблица 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

Таблица 5

## Теплота сгорания топлива, МДж/кг

Бензин . . . . .	46,2
Водород . . . . .	120
Дизельное горючее . . . . .	42,0
Дрова сухие . . . . .	8,3
Каменный уголь . . . . .	30
Керосин . . . . .	46,2
Кокс . . . . .	30
Лигроин . . . . .	43,3
Мазут . . . . .	42,0
Нефть . . . . .	46,0
Спирт . . . . .	30
Торф . . . . .	15
Условное топливо . . . . .	30 (точно)

Таблица 6

## Удельные теплоемкости 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

Таблица 7

**Удельные теплоемкости газов, кДж/(кг · К)**  
(при постоянном давлении 101325 Па)

Азот . . . . .	1,0	Воздух . . . . .	1,0
Аммиак . . . . .	2,1	Гелий . . . . .	5,21
Водород . . . . .	14,3	Кислород . . . . .	0,92
Водяной пар . . . . .	2,2	Углекислый газ . . . . .	0,83

Таблица 8

**Температура плавления веществ, °С**  
(при давлении 101325 Па)

Алюминий . . . . .	660	ОсмиЙ . . . . .	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

Таблица 9

**Удельная теплота плавления веществ,  $\times 10^5$  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

Таблица 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

Таблица 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 . . . . .	8,50
Железо . . . . .	0,580	Ртуть . . . . .	3,0
Сероуглерод . . . . .	3,5	Эфир . . . . .	3,5

Таблица 12

Давление и плотность насыщающего водяного пара

Температура, °С	Давление, Па	Плотность, г/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Давление, Па	Плотность, г/м <sup>3</sup>
-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	47343	293,0
10	1226	9,4	100	101325	598,0

Таблица 13

Критические температуры и давления некоторых веществ

Вещество	$t_k$ , °С	$p$ , Па
Азот	-147	$339 \cdot 10^4$
Вода	374	$2212 \cdot 10^4$
Водород	-240	$130 \cdot 10^4$
Гелий	-268	$23 \cdot 10^4$
Кислород	-118	$508 \cdot 10^4$
Углекислый газ	31	$739 \cdot 10^4$
Эфир	194	$359 \cdot 10^4$

## Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	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	55	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

Таблица 15

Коэффициенты 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

Коэффициенты объемного расширения жидкостей,  $K^{-1}$ 

Бензин	0,00100	Нефть	0,00100
Вода (при 20°C)	0,00015	Ртуть	0,00018
Глицерин	0,00050	Серная кислота	0,00056
Керосин	0,00100	Спирт	0,00110
Масло	0,00072	Эфир	0,00170

Таблица 17

Коэффициенты линейного расширения твердых тел,  $K^{-1}$ 

Алюминий	0,000026	Платина	0,0000090
Бетон	0,000010	Плексиглас	0,000100
Дерево:		Свинец	0,000029
поперек волокон	0,000050	Серебро	0,000019
вдоль волокон	0,000006	Сталь (железо)	0,000012
Инвар	0,0000005	Стекло	0,000009
Латунь	0,000019	Цемент	0,000014
Медь	0,000017	Цинк	0,000026
Олово	0,000021	Чугун	0,000010

Таблица 18

## Диэлектрические проницаемости веществ

Вода	81	Плексиглас	3,3
Воздух	1,0006	Слюда	6,0
Керосин	2,1	Спирт	33
Парафин	2,1	Стекло	7,0
Парафинированная бумага	2,2	Титанат бария	1220
		Эбонит	4,3

Таблица 19

## Удельное сопротивление (при 20°C)

1. Металлы и сплавы,  $\rho \times 10^{-6}$  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	1,10		

2. Полупроводники,  $\rho$  Ом · м

Бор	$6,0 \cdot 10^8$	Оксид меди	$1,0 \cdot 10^7$
Германий	$5,0 \cdot 10^3$	Селен	$1,0 \cdot 10^3 \div 1,0 \cdot 10^4$
Кремний	$1,0 \cdot 10^4$	Теллур	$2,5 \cdot 10^{-3}$

3. 10-процентные растворы,  $\rho \times 10^{-2}$  Ом · м

NaCl	8,30	KOH	3,20
ZnSO <sub>4</sub>	21,3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,60
CuSO <sub>4</sub>	31,3		

Таблица 20

Температурный коэффициент сопротивления,  $K^{-1}$ .

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		

Таблица 21

## Электрохимические эквиваленты, мг/Кл

Алюминий ( $Al^{+++}$ )	0,093	Натрий ( $Na^+$ )	0,238
Водород ( $H$ )	0,01045	Никель ( $Ni^{++}$ )	0,304
Железо ( $Fe^{++}$ )	0,289	Свинец ( $Pb^{++}$ )	1,074
Железо ( $Fe^{+++}$ )	0,193	Серебро ( $Ag^+$ )	1,118
Золото ( $Au^{+++}$ )	0,680	Хлор ( $Cl^+$ )	0,367
Кислород ( $O^{--}$ )	0,0829	Хром ( $Cr^+$ )	0,180
Медь ( $Cu^{++}$ )	0,329	Цинк ( $Zn^{++}$ )	0,339

Таблица 22

Электрическая прочность,  $\times 10^3$  В/см  
(средние значения)

Воздух	30	Слюда	150
Масло минеральное	100	Стекло	300
Мрамор	40	Фарфор	150
Парафин	200	Эбонит	300

Таблица 23

## Показатели преломления веществ

Алмаз	2,42	Лед	1,31
Вода	1,33	Плексиглас	1,50
Воздух	1,00029	Сероуглерод	1,63
Глицерин	1,47	Скипидар	1,47
Каменная соль	1,54	Спирт этиловый	1,36
Кварц	1,54	Стекло (тяжелый флинт)	1,80
Кедровое масло	1,52	Стекло (легкий крон)	1,57

Таблица 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

Массы некоторых изотопов, а.е.м.<sup>1</sup>

Элемент	Изотоп	Масса	Элемент	Изотоп	Масса
Водород	<sup>1</sup> H	1,00783	Кислород	<sup>16</sup> O	15,99491
	<sup>2</sup> H	2,01410		Фтор	<sup>19</sup> F
Гелий	<sup>3</sup> He	3,01605	Алюминий		<sup>27</sup> Al
	<sup>4</sup> He	4,00260		Фосфор	<sup>30</sup> P
	Литий	<sup>6</sup> Li	6,01513		Радон
<sup>7</sup> Li		7,01601	Радий	<sup>226</sup> Ra	
Бериллий	<sup>9</sup> Be	9,01219		Уран	<sup>235</sup> U
	<sup>10</sup> Be	10,01353	Нептуний		<sup>237</sup> Np
Бор	<sup>11</sup> B	11,00930		Плутоний	<sup>239</sup> Pu
	<sup>12</sup> B	12,01435			
Азот	<sup>14</sup> N	14,00307			
	<sup>15</sup> N	15,00309			
Углерод	<sup>12</sup> C	12,00000			
	<sup>13</sup> C	13,00335			

Таблица 26

Квадраты чисел,  $n^2$ ; квадратные корни,  $\sqrt{n}$ ; обратные величины,  $\frac{1}{n}$ ; число

радианов в угле, равном  $n$  градусам,  $\frac{\pi n}{180}$ .

$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{\pi n}{180}$
1	1	1,000	1,0000	0,0175
2	4	1,414	0,5000	0,0349
3	9	1,732	0,3333	0,0524
4	16	2,000	0,2500	0,0698
5	25	2,236	0,2000	0,0873
6	36	2,449	0,1667	0,1047
7	49	2,646	0,1429	0,1222
8	64	2,828	0,1250	0,1396
9	81	3,000	0,1111	0,1571
10	100	3,162	0,1000	0,1745
11	121	3,317	0,0909	0,1920
12	144	3,464	0,0833	0,2094
13	169	3,606	0,0769	0,2269
14	196	3,742	0,0714	0,2443
15	225	3,837	0,0667	0,2618
16	256	4,000	0,0625	0,2793
17	289	4,123	0,0588	0,2967
18	324	4,243	0,0556	0,3142
19	361	4,359	0,0526	0,3316
20	400	4,472	0,0500	0,3491
21	441	4,583	0,0476	0,3665

<sup>1</sup> 1 а.е.м. равна 1/12 массы изотопа <sup>12</sup>C.

$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{\pi n}{180}$
22	484	4,690	0,0455	0,3840
23	529	4,769	0,0435	0,4014
24	576	4,899	0,0417	0,4189
25	625	5,000	0,0400	0,4363
26	676	5,099	0,0385	0,4538
27	729	5,196	0,0370	0,4712
28	784	5,292	0,0357	0,4887
29	841	5,385	0,0345	0,5061
30	900	5,477	0,0333	0,5236
31	961	5,568	0,0323	0,5411
32	1024	5,657	0,0313	0,5585
33	1089	5,745	0,0303	0,5760
34	1156	5,831	0,0294	0,5934
35	1225	5,916	0,0286	0,6109
36	1296	6,000	0,0278	0,6283
37	1369	6,083	0,0270	0,6458
38	1444	6,164	0,0263	0,6632
39	1521	6,245	0,0256	0,6807
40	1600	6,325	0,0250	0,6981
41	1681	6,403	0,0244	0,7156
42	1764	6,481	0,0238	0,7330
43	1849	6,557	0,0233	0,7505
44	1936	6,633	0,0227	0,7679
45	2025	6,708	0,0222	0,7854
46	2116	6,782	0,0217	0,8029
47	2209	6,856	0,0213	0,8203
48	2304	6,929	0,0208	0,8378
49	2401	7,000	0,0204	0,8552
50	2500	7,071	0,0200	0,8727
51	2601	7,141	0,0196	0,8901
52	2704	7,211	0,0192	0,9076
53	2809	7,280	0,0189	0,9250
54	2916	7,348	0,0185	0,9425
55	3025	7,416	0,0182	0,9599
56	3136	7,483	0,0179	0,9774
57	3249	7,550	0,0175	0,9948
58	3364	7,616	0,0172	1,0123
59	3481	7,681	0,0169	1,0297
60	3600	7,746	0,0167	1,0472
61	3721	7,810	0,0164	1,065
62	3844	7,874	0,0161	1,082
63	3969	7,937	0,0159	1,100
64	4096	8,000	0,0156	1,117
65	4225	8,062	0,0154	1,134
66	4356	8,124	0,0152	0,152
67	4489	8,185	0,0149	1,169
68	4624	8,246	0,0147	1,187
69	4761	8,307	0,0145	1,204
70	4900	8,367	0,0143	1,222
71	5041	8,426	0,0141	1,239
72	5184	8,485	0,0139	1,257
73	5329	8,544	0,0137	1,274
74	5476	8,602	0,0135	1,292
75	5625	8,660	0,0133	1,309

$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{\pi}{180}$
76	5776	8,718	0,0132	1,226
77	5929	9,775	0,0130	1,344
78	6084	8,832	0,0128	1,361
79	6241	8,888	0,0127	1,379
80	6400	8,944	0,0125	1,396
81	6561	9,000	0,0123	1,414
82	6724	9,055	0,0122	1,431
83	6889	9,110	0,0120	1,449
84	7056	9,165	0,0119	1,466
85	7225	9,220	0,0118	1,484
86	7396	9,274	0,0116	1,501
87	7569	9,327	0,0115	1,518
88	7744	9,381	0,0114	1,536
89	7921	9,434	0,0112	1,553
90	8100	9,487	0,0111	0,571
91	8281	9,539	0,0110	1,588
92	8464	9,592	0,0109	1,606
93	8649	9,644	0,0108	1,623
94	8836	9,695	0,0106	1,641
95	9025	0,747	0,0105	1,658
96	9216	9,798	0,0104	1,676
97	9409	9,849	0,0103	1,693
98	9604	9,899	0,0102	1,711
99	9801	9,950	0,0101	1,728
100	10000	10,000	0,0100	1,745

Таблица 27

## Тригонометрические функции

Углы		sin	tg	ctg	cos		
градусы	радианы						
0	0	0	0		1	1,5708	90
1	0,0175	0,0175	0,0175	57,2900	0,9998	1,5533	89
2	0349	0349	0349	28,6363	9994	1,5359	88
3	0524	0523	0524	19,0811	9986	1,5184	87
4	0698	0698	0699	14,3006	9976	1,5010	86
5	0,0873	0,0872	0,0875	11,4301	0,9962	1,4835	85
6	1047	1045	1051	9,5144	9945	1,4661	84
7	1222	1219	1228	8,1443	9925	1,4486	83
8	1396	1392	1405	7,1154	9903	1,4312	82
9	1571	1564	1584	6,3138	9877	1,4137	81
10	0,1745	0,1736	0,1763	5,6713	0,9848	1,3963	80
11	1920	1908	1944	5,1446	9816	1,3788	79
12	2094	2079	2126	4,7046	9781	1,3614	78
13	2269	2250	2309	4,3315	9744	1,3439	77
14	2443	2419	2493	4,0108	9703	1,3265	76
15	0,2618	0,2588	0,2679	3,7321	0,9659	1,3090	75
16	2793	2756	2867	3,4874	9613	1,2915	74
17	2967	2924	3057	3,2709	9563	1,2741	73
18	3142	3090	3249	3,0777	9511	1,2566	72

Углы		sin	tg	ctg	cos			
градусы	радианы							
19	3316	3256	3443	2,9042	9455	1,2392	71	
20	0,3491	0,3420	0,3640	2,7475	0,9397	1,2217	70	
21	3665	3584	3839	2,6051	9336	1,2043	69	
22	3840	3746	4040	2,4751	9272	1,1868	68	
23	4014	3907	4245	2,3559	9205	1,1694	67	
24	4189	4067	4452	2,2460	9135	1,1519	66	
25	0,4363	0,4226	0,4663	2,1445	0,9063	1,1345	65	
26	4538	4384	4877	2,0503	8988	1,1170	64	
27	4712	4540	5095	1,9626	8910	1,0996	63	
28	4887	4695	5317	1,8807	8829	1,0821	62	
29	5031	4848	5543	1,8040	8746	1,0647	61	
30	0,5236	0,5000	0,5774	1,7321	0,8660	1,0427	60	
31	5411	5150	6009	1,6643	8572	1,0297	59	
32	5585	5299	6249	1,6603	8480	1,0123	58	
33	5760	5446	6494	1,5399	8387	0,9948	57	
34	5934	5592	6745	1,4826	8290	9774	56	
35	0,6109	0,5736	0,7002	1,4281	0,8192	0,9599	55	
36	6283	5878	7265	1,3764	8090	9425	54	
37	6458	6018	7536	1,3270	7986	9250	53	
38	6632	6157	7813	1,2799	7880	9076	52	
39	6807	6293	8098	1,2349	7771	8901	51	
40	0,6981	0,6423	0,8391	1,1918	0,7660	0,8727	50	
41	7156	6561	8693	1,1504	7547	8552	49	
42	7330	6691	9004	1,1106	7431	8378	48	
43	7505	6820	9325	1,0724	7314	8203	47	
44	7679	6947	9657	1,0355	7193	8029	46	
45	7854	7071	1,0000	1,0000	7071	7854	45	
		cos	ctg	tg	sin	радианы	градусы	
							Углы	

Таблица 28

**Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц и их наименования**

Множитель	Наименование	Приставка	
		Обозначение	
		русское	международное
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
$10^1$	дека	да	da
$10^{-1}$	деци	д	d
$10^{-2}$	санти	с	c
$10^{-3}$	милли	м	m

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
$10^{-6}$	микро	мк	μ
$10^{-9}$	нано	н	п
$10^{-12}$	пико	п	р
$10^{-15}$	фемто	ф	ф
$10^{-18}$	атто	а	а

Таблица 29

### Приближенные вычисления в задачах по физике

#### *Округление результата отдельного арифметического действия*

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.

#### *Запасная цифра*

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.

#### *Пользование табличными данными*

1. При пользовании тригонометрическими таблицами в значении тригонометрической функции острого угла, заданного с точностью до градусов, сохраняют в большинстве случаев две значащие цифры.

Если значение тригонометрической функции имеет не менее двух значащих цифр, то значение соответствующего угла записывают с точностью до градусов.

2. При пользовании таблицами логарифмов в значении десятичного логарифма приближенного числа сохраняют столько десятичных знаков, сколько значащих цифр имеет заданное число.

При определении числа по заданному значению десятичного логарифма сохраняют в числе столько значащих цифр, сколько десятичных знаков имеет мантисса логарифма.

3. Нахождение числа из любых таблиц считается самостоятельным действием, и если оно оказывается промежуточным, то число берется с запасной цифрой.

## 1. 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 (же)	<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-ве
<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

## 2. ГРЕЧЕСКИЙ АЛФАВИТ

<i>A α</i>	áльфа	<i>N ν</i>	ни (ню)
<i>B β</i>	бéта	<i>Ξ ξ</i>	кси
<i>Γ γ</i>	гáμμα	<i>Ο ο</i>	óмикрон
<i>Δ δ</i>	дéльта	<i>Π π</i>	пи
<i>E ε</i>	éпсилон	<i>Ρ ρ</i>	ро
<i>Z ζ</i>	дзéта	<i>Σ σ</i>	сй́γμα
<i>Η η</i>	éта	<i>Τ τ</i>	тáυ
<i>Θ θ</i>	тэ́та	<i>Υ υ</i>	й́псилон
<i>Ι ι</i>	йóта	<i>Φ φ</i>	фи
<i>Κ κ</i>	кáппа	<i>Χ χ</i>	хи
<i>Λ λ</i>	лáмбда	<i>Ψ ψ</i>	пси
<i>Μ μ</i>	ми(мю)	<i>Ω ω</i>	oméга

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕ

ПЕРИОДЫ	I	II	III	IV	V	
1	{H}					
2	<b>Li</b> <sup>3</sup> 6,939 ЛИТИЙ	<b>Be</b> <sup>4</sup> 9,0122 БЕРИЛЛИЙ	5 10,811	<b>B</b> <sup>6</sup> 12,01115 БОР	<b>C</b> <sup>7</sup> 14,0067 УГЛЕРОД	<b>N</b> <sup>7</sup> 14,0067 АЗОТ
3	<b>Na</b> <sup>11</sup> 22,9898 НАТРИЙ	<b>Mg</b> <sup>12</sup> 24,305 МАГНИЙ	13 26,9815	<b>Al</b> <sup>13</sup> 26,9815 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> <sup>14</sup> 28,086 КРЕМНИЙ	<b>P</b> <sup>15</sup> 30,9738 ФОСФОР
4	<b>K</b> <sup>19</sup> 39,102 КАЛИЙ	<b>Ca</b> <sup>20</sup> 40,08 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> <sup>21</sup> 44,956 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> <sup>22</sup> 47,90 ТИТАН	<b>V</b> <sup>23</sup> 50,942 ВАНАДИЙ	
	29 63,546	<b>Cu</b> <sup>30</sup> 65,37 МЕДЬ	<b>Zn</b> <sup>31</sup> 69,72 ЦИНК	<b>Ga</b> <sup>32</sup> 72,59 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> <sup>32</sup> 72,59 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> <sup>33</sup> 74,9216 МЫШЬЯК
5	<b>Rb</b> <sup>37</sup> 85,47 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> <sup>38</sup> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> <sup>39</sup> 88,905 ИТТРИЙ	<b>Zr</b> <sup>40</sup> 91,22 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> <sup>41</sup> 92,906 НИОБИЙ	
	47 107,868	<b>Ag</b> <sup>48</sup> 112,40 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> <sup>49</sup> 114,82 КАДМИЙ	<b>In</b> <sup>50</sup> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> <sup>50</sup> 118,69 ОЛОВО	<b>Sb</b> <sup>51</sup> 121,75 СУРЬМА
6	<b>Cs</b> <sup>55</sup> 132,905 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> <sup>56</sup> 137,34 БАРИЙ	<b>La*</b> <sup>57</sup> 138,91 ЛАНТАН	<b>Hf</b> <sup>72</sup> 178,49 ГАФНИЙ	<b>Ta</b> <sup>73</sup> 180,948 ТАНТАЛ	
	79 196,967	<b>Au</b> <sup>80</sup> 200,59 ЗОЛОТО	<b>Hg</b> <sup>81</sup> 204,37 РУТУТЬ	<b>Tl</b> <sup>82</sup> 204,37 ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> <sup>83</sup> 207,19 СВИНЕЦ	<b>Bi</b> <sup>83</sup> 208,980 ВИСМУТ
7	<b>Fr</b> <sup>87</sup> [223] ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> <sup>88</sup> [226] РАДИЙ	<b>Ac**</b> <sup>89</sup> [227] АКТИНИЙ	<b>Ku</b> <sup>104</sup> [260] КУРЧАТОВИЙ	( <b>Ns</b> ) <sup>105</sup> (НИЛЬСБОРИЙ)	

## \* Л А Н Т А Н О И Д Ы

<b>Ce</b> <sup>58</sup> 140,12 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> <sup>59</sup> 140,907 ПРАЗЕОДИМ	<b>Nd</b> <sup>60</sup> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> <sup>61</sup> [147]* ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> <sup>62</sup> 150,35 САМАРИЙ	<b>Eu</b> <sup>63</sup> 151,96 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> <sup>64</sup> 157,25 ГАДОЛИНИЙ
<b>Tb</b> <sup>65</sup> 158,924 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> <sup>66</sup> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> <sup>67</sup> 164,930 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> <sup>68</sup> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> <sup>69</sup> 168,934 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> <sup>70</sup> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> <sup>71</sup> 174,97 ЛЮТЕЦИЙ

# СКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

VI		VII		VIII							
		1 1,00797 <b>H</b> ВОДОРОД		2 4,0026 <b>He</b> ГЕЛИЙ		Обозначение элемента Атомный номер Атомная масса					
8 15,9994 <b>O</b> НИСЛОРОД		9 18,9984 <b>F</b> ФТОР		10 20,179 <b>Ne</b> НЕОН		<table border="1"> <tr> <td><b>Li</b></td> <td>3 6,939</td> </tr> <tr> <td>ЛИТИЙ</td> <td></td> </tr> </table>		<b>Li</b>	3 6,939	ЛИТИЙ	
<b>Li</b>	3 6,939										
ЛИТИЙ											
16 32,064 <b>S</b> СЕРА		17 35,453 <b>Cl</b> ХЛОР		18 39,948 <b>Ar</b> АРГОН							
<b>Cr</b> ХРОМ	24 51,996	<b>Mn</b> МАРГАНЕЦ	25 54,9380	<b>Fe</b> ЖЕЛЕЗО	26 55,647	<b>Co</b> КОБАЛЬТ	27 58,9332	<b>Ni</b> НИКЕЛЬ	28 58,71		
34 78,96 <b>Se</b> СЕЛЕН		35 79,904 <b>Br</b> БРОМ		36 83,80 <b>Kr</b> КРИПТОН							
<b>Mo</b> МОЛИБДЕН	42 95,94	<b>Tc</b> ТЕХНЕЦИЙ	43 [99]	<b>Ru</b> РУТЕНИЙ	44 101,07	<b>Rh</b> РОДИЙ	45 102,905	<b>Pd</b> ПАЛЛАДИЙ	46 106,4		
52 127,60 <b>Te</b> ТЕЛЛУР		53 126,9044 <b>I</b> ИОД		54 131,30 <b>Xe</b> КСЕНОН							
<b>W</b> ВОЛЬФРАМ	74 183,85	<b>Re</b> РЕНИЙ	75 186,2	<b>Os</b> ОСМИЙ	76 190,2	<b>Ir</b> ИРИДИЙ	77 192,2	<b>Pt</b> ПЛАТИНА	78 195,09		
84 [210]* <b>Po</b> ПОЛОНИЙ		85 [210] <b>At</b> АСТАТ		86 [222] <b>Rn</b> РАДОН		В квадратных скобках приведены массовые числа наиболее устойчивых (или лучше изученных*) изотопов					

## \*\* А Н Т И Н О И Д Ы

<b>Th</b> ТОРИЙ	90 232,038	<b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ	91 [231]	<b>U</b> УРАН	92 238,03	<b>Np</b> НЕПТУНИЙ	93 [237]	<b>Pu</b> ПЛУТОНИЙ	94 [244]	<b>Am</b> АМЕРИЦИЙ	95 [243]	<b>Cm</b> КЮРИЙ	96 [247]
<b>Bk</b> БЕРКЛИЙ	97 [247]	<b>Cf</b> КАЛИФОРНИЙ	98 [252]*	<b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ	99 [254]	<b>Fm</b> ФЕРМИЙ	100 [257]	<b>Md</b> МЕНДЕЛЕВИЙ	101 [257]	<b>(No)</b> (НОБЕЛИЙ)	102 [255]	<b>(Lr)</b> (ЛОУРЕНСИЙ)	103 [256]

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.  $x_1 = 7$  м;  $x_2 = 2$  м;  $x_3 = -3$  м.
5. Нет. Нет.
6. Нет. 5 м.
7. 250 м.
8. 1.  $x_0 = 0$ ;  $x_1 = 25$  м;  $x_2 = 0$ ;  
 $l = 50$  м;  $|\vec{s}| = 0$ .
2.  $y_0 = 0$ ;  $y_1 = 6$  м;  $y_2 = 0$ ;  
 $l = 12$  м;  $|\vec{s}| = 0$ .
3.  $x_0 = 0$ ;  $x_1 = 5$  км;  $x_2 = 4$  км;  
 $l = 10$  км;  $|\vec{s}| = 4$  км.
4.  $x_0 = 0$ ;  $y_0 = 0$ ;  $x_1 = 300$  м;  
 $y_1 = 0$ ;  $x_2 = 300$  м,  $y_2 = 300$  м;  
 $l = 600$  м;  $|\vec{s}| = 420$  м на северо-восток.
9.  $s_y = 100$  м;  $s_x \approx 170$  м.
10.  $s_x \approx 70$  м;  $s_y \approx -70$  м.
11. Равномерное; равномерное прямолинейное.
12. 24 км западнее и 18 км восточнее наблюдателя.
13.  $x_A = 20$  см;  $x_B = 50$  см;  $l = |\vec{s}| = 30$  см;  $6$  см/с;  $x = 20 + 6t$  (см).
14.  $x_A = 3$  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;  $t = 22$  с;  $v_x \approx 0,46$  м/с;  
 $v_y \approx 0,14$  м/с.
15. 40 м.
16. 0,40 м/с; 0,69 м/с; 120 м; 60 м.
18. 1. 120 м. 2. 1000 см/с; 36 км/ч.
19.  $v_I = 2v_{II}$ .
20. 1 и 2 начались неодновременно; 2—3 начались не из одной точки; 1—3 начались неодновременно и не из одной точки пути. Во всех случаях с разной скоростью.
21. 20 с; 60 м; 100 м.
22. В пункт В самолеты прилетят одновременно.
23. В средней точке отрезка АВ в 10 ч 30 мин.
24. Отсутствует тело отсчета.
25. Облака вследствие конвекции поднимаются вверх, что воспринимается как падение самолета вниз.
26. Нет; да.
27. В системе отсчета «газета».
28. Отвесная линия; кривая линия (парабола).
29. 18 м.
30. При движении машины вперед цепная лента транспортера движется назад со скоростью, равной по модулю скорости машины.
31. 54 км/ч; 150 км/ч;  $t_1 = 50$  с;  $t_2 \approx 18$  с.
32. 3,5 м/с; 0,5 м/с.
33. 1 км/ч; 19 км/ч.
34. 1000 м/с; 500 м/с.
35.  $\approx 1,8$  м/с.
36.  $\approx 22$  м/мин.
37. 65 м/с; 35 м/с;  $\approx 52$  м/с.

38. 1. 0; 20 м; 10 м; 20 м; 2. 0; 20 м; 10 м;  $\approx 22$  м.
39. а) 25 с; б) 16 с.
40.  $7,6 \cdot 10^3$  км/ч;  $3,8 \cdot 10^3$  км/ч;  $\approx 5,1 \cdot 10^3$  км/ч.
41. 40 км/ч.
42. 2,5 м/с; 5,0 м/с; 3,75 м/с.
43.  $\approx 15$  км/ч.
44.  $\approx 17$  м/с.
45. 48 км/ч.
46. 72 км/ч.
47. Средней, мгновенной, мгновенной.
48. 50 м/с<sup>2</sup>.
49. Равноускоренное, равнозамедленное.
50. 0,80 м/с<sup>2</sup>.
51. 0,40 м/с<sup>2</sup>.
52. 3,5 м/с<sup>2</sup>.
53. 0,50 м/с<sup>2</sup>.
54.  $\approx -2,4$  см/с<sup>2</sup>;  $\approx 9,7$  см/с<sup>2</sup>.
55. В обеих системах 0,3 м/с<sup>2</sup>.
56. Прямо пропорциональная.
57. Линейная.
58. 7,5 м/с.
59. Проекция скорости на ось: 2 см/с; 0; -2 см/с; -4 см/с; -6 см/с. Через 2 с направление движения сменилось на обратное.
60.  $\approx 21$  с.
61.  $\approx 9,7$  км/ч.
62. 4,0 с.
63. 5,2 м/с; 1,3 м/с<sup>2</sup>.
64. 1) 75 см; 2) 95 см.
65. 25 м; 24 м. Перемещение тела происходило сначала в прямом, а потом в противоположном направлении.
66. В 24 м до того места, где он находится в данный момент.
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. 0,30 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. 1.  $\bar{v} = \frac{s}{t}$ . 2.  $v_0 = \frac{2s}{t}$ .
78. 40 см/с.
79. 100 см/с; 90 см/с.
80. 60 км/ч; 120 км/ч.
81. 40 м/с.
82.  $\approx 1,3$  км.
83. 80 с.
84. 2,0 м/с.
85.  $\approx 42$  м.
86.  $\approx 42$  м.
87.  $\approx 300$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 37$  с.
88. 0,25 м/с<sup>2</sup>.
89.  $\approx 3,9$  м/с<sup>2</sup>.
90.  $\approx 14$  м/с.
91. 0,20 м/с<sup>2</sup>;  $\approx 1,7$  мин;  $\approx 14$  м/с.
92. 1)  $v = 25t$ ; 2)  $v = 10t$ ; 3)  $v = 15 + 5t$ ; 4)  $v = 40 - 10t$ .
93.  $\approx 23$  м.
94. 13 м.
95. 40 с; 400 м.
97. Вторая капля упадет раньше, так как у нее больше средняя скорость.
98. 16,8 м/с.
99. +; -.
100. 500 м.
101. В любой момент времени  $t$  координаты тел будут соответственно  $y_1 = \frac{gt^2}{2}$  и  $y_2 = y_0 + \frac{gt^2}{2}$ . Поэтому  $y_2 - y_1 = \text{const}$ .
102. Будет увеличиваться.
103. Так как выпадение капель из тучи происходит не одновременно, то расстояние между ранее выпавшими и последующими каплями будет со временем увеличиваться.
104.  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ;  $v = \sqrt{2gH}$ .
105.  $\approx 20$  м;  $\approx 20$  м/с.
106. 20 м.
107. 10.
108.  $\approx 500$  м.
109. 6,0 м; 18 м; 30 м.
110.  $\approx 1,5 \cdot 10^3$  м.
111.  $\approx 64$  м.

112. На 55 м ниже точки отсчета; на 45 м выше точки отсчета.
113. 2,0 с.
114.  $\approx 4,5$  с;  $\approx 245$  м/с.
115. 3,4 с.
116.  $\approx 0,23$  с; уменьшится на 18 см.
117. Нет;  $t \approx 1/22$  с.
118.  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ , где  $H$  — расстояние, пройденное линейкой при падении.
119.  $v_0 = \sqrt{2gH}$ , где  $H$  — высота полета над исходной точкой движения мяча.
120. При выстреле вертикально вверх  $v_0 = \sqrt{2gH}$ , где  $H$  — высота подвеса «снаряда».
121.  $v_0 = gt$ , где время  $t$  можно измерить секундомером;  $v_0 = \sqrt{2gH}$ , где высоту  $H$  можно измерить угломерным инструментом.
122. а)  $a = f(t)$ ; б)  $v = f(t)$ ; в)  $y = f(t)$ ; г)  $l = f(t)$ .
123.  $\approx 15$  м/с.
124. 78 м/с.
125. 15 м; 20 м; 15 м; 0; -25 м.
126.  $\approx 1,0$  с;  $\approx 5,0$  с. Первый раз мяч будет на высоте 25 м при движении вверх и второй раз — при движении вниз.
127.  $\approx 1,5$  с;  $\approx 11$  м.
128.  $\approx 340$  м/с.
129. 1)  $\approx 10$  м/с; 2)  $\approx 10$  м/с; 3)  $\approx 8,0$  м/с.
130.  $\approx 3,0$  с.
131.  $\approx 45$  м; через  $\approx 3,3$  с.
132.  $a_A = 0,9$  м/с<sup>2</sup>;  $a_B = 0,6$  м/с<sup>2</sup>.
133. Нет. Нет.
134.  $l_1 = 0,5 \pi R$ ;  $|\vec{s}_1| = R\sqrt{2}$ ;  $l_2 = \pi R$ ;  $|\vec{s}_2| = 2R$ ;  $l_3 = 2 \pi R$ ;  $|\vec{s}_3| = 0$ .
135. 31,4 см/с.
136. 1 мин; 1 ч; 12 ч; 1 об/мин; 1 об/ч; 1/12 об/ч.
137.  $v = \frac{2\pi R}{T}$  (длину стрелки  $R$  измерить).
138.  $\approx 464$  м/с.
139.  $\approx 30$  км/с.
140.  $\approx 940$  км.
141.  $\approx 160$  об/мин.
142.  $\approx 3,8$  об/с.
143.  $\approx 4,5$  м.
144.  $\approx 2,5$  м/с.
145.  $\approx 3,2 \cdot 10^8$  об/мин.
146. Нельзя, так как  $V = 37$  м/с.
147.  $1800^\circ$ , 31,4 рад; 6 град/с; 0,105 рад/с.
148.  $\approx 0,63$  рад/с,  $\approx 130$  рад/с,  $6,28 \cdot 10^8$  рад/с.
149.  $\approx 2,5$  рад/с,  $2\pi$  рад/с,  $60\pi$  рад/с.
150.  $\approx 0,42$  об/с;  $0,83\pi$  рад/с.
151. В 12 раз.
152.  $V_1 : V_2 = 1 : 2$ ;  $\omega_1 = \omega_2$ .
153.  $0,80$  м/с<sup>2</sup>;
154.  $\approx 36$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 56$  об/мин.
155. 60 см/с.
156.  $R > 1,3$  км.
157. 50 м/с<sup>2</sup>; 200 м/с<sup>2</sup>.
158. Вращательным.
159.  $V_A = 0$ ;  $V_B = 4$  м/с;  $V_C \approx 2,8$  м/с.
160. 1) Дуга окружности; 2) спираль; 3) точка.
161. 1.  $n$  — визуально;  $\omega = 2\pi \frac{n}{60}$ ;  $n$  — количество оборотов в минуту.  
2. Неодинакова.
162. Автомобиль сохраняет состояние равномерного движения, когда действия на него других тел компенсируются.
163. Нет.
164. 1) Нет, если движение ускоренное; да, если движение равномерное; 2) да; 3) да, если движение равномерное и прямолинейное.
165. Да, если вагон движется равномерно и прямолинейно. Во всех остальных случаях — нет.
166. На участке АВ.
167. Потому, что автомобиль обладает инертностью.
168. Потому, что возможен обрыв стей-

- ля, а корень по инерции остается в почве.
169. Ружье (масса больше).
170.  $m_1 : m_2 = 1 : 100$ .
171. 0,5 кг.
172.  $m_1 : m_2 = 1 : 0,7$ .
173. 2,0 т.
174. Верно только последнее утверждение.
175.  $40\text{Н} = 4,0 \cdot 10^{-2}\text{кН} = 4,0 \cdot 10^{-5}\text{МН}$ .
176. 0,50 Н.
177. Кроме силы  $\vec{F}$ , на ящик действует сила  $\vec{F}'$  со стороны стенки. Обе эти силы уравниваются.
178. Реакция опоры; 8,5 Н;  $\approx 4,9\text{ м/с}^2$ .
179. По диагонали параллелограмма со сторонами  $\vec{F}$  и  $m\vec{g}$ .
180.  $\approx 0,70\text{ м/с}^2$ ; под углом  $45^\circ$  к горизонту.
181. Нет.
182. По второму закону Ньютона ускорение (и перемещение) зерен обратно пропорционально их массе.
183. В первом случае (масса лодки меньше, ускорение больше).
184. Большее ускорение получает тележка в случае б.
185.  $40\text{ см/с}^2$ .
186.  $\approx 3,3\text{ см/с}^2$ ;  $\approx 20\text{ см/с}$ .
187. 0,25 кг; 90 м.
188. 0,20 Н.
189. 40 см; 40 см/с.
190.  $1,2\text{ м/с}^2$ .
191. 0,6 м.
192.  $19,6\text{ м/с}^2$ ;  $\approx 5,88\text{ км/с}$ ;  $\approx 882\text{ км}$ .
193. 27 Н.
194.  $2,5\text{ Н/см}$ ; 2,0 см; 8,0 см; 5,0 см. По закону Гука.
195. Нет, так как они приложены к одному и тому же телу.
196. 197. Нет, так как отсутствует взаимодействие с другим телом.
198. Взаимодействием повернутых колес автомобиля с дорогой.
199. Р.
200. 100 Н.
201. Так как оба тела движутся с ускорением влево, то  $|\vec{F}_2| < |\vec{F}_1|$ .
202. Сила упругости троса, сила тяжести, сила трения, сила реакции грунта.
203. Сила тяжести и сила сопротивления воздуха; сила тяжести и сила упругости опоры.
204. Сила тяжести и сила реакции (упругости) опоры.
205. Вес гири (приложен к шнуру), сила упругости (приложена к гире).
206.  $\approx 2,5\text{ см}$ ;  $\approx 15\text{ Н}$ .
207.  $2\text{ м/с}^2$ ; 0,6 Н.
208. 0,71 кН.
209. 50 Н.
210. Нет; да.
211. Потому, что действуют гравитационные силы со стороны других космических тел. Могут, когда равнодействующая гравитационных сил уравнивается силой тяги двигателя или на большом удалении от небесных тел (при выключенном двигателе).
212. Обращалась бы вокруг Солнца. Упала бы на Землю.
213.  $\approx 1 \cdot 10^4\text{ кг}$ .
214.  $\approx 10,0 \cdot 10^{-7}\text{ Н}$ .
215.  $\approx 3,6 \cdot 10^{22}\text{ Н}$ .
216. 1600 : 1.
217. Как 2,5 : 1.
218. На 54 R от центра Земли.
219.  $2,5\text{ м/с}^2$ .
220.  $\approx 2600\text{ км}$ .
221.  $\approx 1,6\text{ м/с}^2$ .
222. 19,6 Н;  $\approx 3,9\text{ Н}$ ;  $\approx 7,8 \cdot 10^{-3}\text{ Н}$ .
223.  $\approx 0,10\text{ кг}$ ; 5,0 кг.
224.  $\approx 2,0\text{ м/с}^2$ .
225.  $H = 0,7 R$ , где R — радиус Земли.
226. В 17 раз.
227.  $9,8\text{ м/с}^2$ ;  $19,6\text{ м/с}^2$ ;  $4,9\text{ м/с}^2$ .
228. Можно, если применить гири. Масса тела будет равна массе набора гирь, вызывающих такое же показание динамометра, как и данное тело.
229. Противодействует сила трения покоя.

230. Удержать легче, так как помогает сила трения покоя.
231. Вертикальная часть графика — нарастающая от нуля сила трения покоя; когда она достигает максимума, тело сдвигается с места и сила трения 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.
232. Во втором случае сила трения уменьшается, так как имеет место качение.
233.  $0,45 \pm 0,01$ .
234. 100 Н.
235. Коэффициент трения между примесями и полотном больше, чем между семенами льна и полотном;  $31^\circ < \alpha < 39^\circ$ .
236.  $\approx 1,3$  Н.
237. 50 Н.
238. 10 Н; 90 Н.
239. 40 Н; 70 Н.
240. 260 Н; 10 Н.
241.  $\geq 0,30$ .
242.  $\geq 90$  об/мин.
243. В воде сила трения покоя полностью отсутствует. Для того, чтобы сообщить телу большой массы большое ускорение, нужна большая сила.
244. Останавливает жидкое трение. Для уменьшения трения.
245. Большое сопротивление воды, так как осадка нагруженного корабля больше.
246. Увеличивается скорость буксировки, так как буксир не тормозит баржу потоком воды, отбрасываемой назад.
247. Уменьшается лобовая поверхность лодки и, следовательно, сила сопротивления воды.
248. В 2,25 раза.
249. Чтобы плывущие по реке льдины легче обтекали устои и не разрушались их.
250. Форма бутылки способствует ее обтеканию воздухом.
252. 1) Прямую, проходящую через начало координат; 2) параболу; 3) гиперболу.
253. 8,0 см.
254.  $\approx 7,1$  м/с.
255. 1)  $\approx 700$  Н; 2)  $\approx 900$  Н; 3)  $\approx 700$  Н.
256.  $2,7$  м/с<sup>2</sup>.
257.  $2,0$  м/с<sup>2</sup>.
258. 2,6 кН.
259. 1)  $\approx 140$  кН; 2)  $\approx 150$  кН; 3)  $\approx 170$  кН.
260. 1,5 кН; 0,5 кН.
261. 1)  $\approx 100$  кН; 2) 95 кН; 3) 105 кН.
262.  $\approx 10$  м/с.
263.  $\approx 1,5$  кН.
264. 3Р.
265.  $\approx 173$  Н;  $\approx 182$  Н.
266.  $\approx 5,0$  рад/с.
267.  $\approx 0,6$  об/с.
268.  $\approx 9$ ;  $\approx 11$ . Есть: 80 кг.
269. Не будет (состояние невесомости).
270. Да, во все время движения.
271.  $-g$ ;  $+g$ .
272. 1. Потому, что корабль находится в состоянии невесомости. 2. Низ будет там, где потолок. По потолку кабины.
273. Нет, так как ракета будет подниматься равномерно.
274.  $3g_0$ ;  $5g_0$ ;  $4g_0$ .
275. Струи бьют из трубок, расположенных под различными углами к горизонту.
276. Различны начальные скорости частиц, так как  $v = f(R)$ .
277. 1, 1 с; 8,9 с.
278.  $\approx 8,7$  м/с; 5,0 м/с;  $\approx 1,3$  м; 1,0 с;  $\approx 8,7$  м.
279. 1 с;  $\approx 0,6$  м; 3,5 м.
280.  $\approx 5,1$  м;  $\approx 10$  м;  $\approx 15$  м; 35 м; 40 м; 35 м; 20 м/с; 30, 45 и 60° соответственно.
281.  $\approx 76^\circ$ .
282. 300 м.
283. Как 4 : 5.

284.  $\approx 2,8$  м.  
 285.  $\approx 29$  м/с.  
 286.  $\approx 11$  м/с;  $\approx 13$  м/с.  
 287.  $\approx 2,0$  с;  $25$  м/с;  $\approx 53^\circ$ .  
 288.  $20$  км; увеличится в  $\sqrt{2}$  раза.  
 289.  $\approx 570$  м.  
 290. Отвесная линия; парабола.  
 292. Вернется на Землю; будет обр-щаться вокруг Земли по эллипсу.  
 293.  $\approx 8,0$  км/с;  $3,5$  км/с;  $\approx 7,1$  км/с;  $\approx 1,7$  км/с.  
 294.  $\approx 8,0$  км/с.  
 295.  $\approx 5,6$  км/с;  $\approx 4,6$  км/с;  $\approx 4,0$  км/с.  
 296. 1. При  $H \approx 4 \cdot 10^9$  км. 2. Нет, так как радиус орбиты оказался бы меньше радиуса Земли.  
 297. 1.  $\approx 7,8$  км/с;  $\approx 90$  мин. 2.  $\approx 4,0$  ч.  
 298. 1. К скорости спутника прибавляется скорость точки запуска на поверхности Земли, вращающейся вокруг оси. 2. С запада на восток на высоту  $\approx 3,6 \cdot 10^4$  км.  
 299.  $\approx 30$  км/с.  
 300.  $\approx 5,8 \cdot 10^{24}$  кг.  
 301.  $\approx 0,5$  м/с<sup>2</sup>.  
 302.  $\approx 65$  м.  
 303. 1.  $2,8 \cdot 10^4$  кН. 2. Чтобы не снизить силу тяги.  
 304.  $a = \mu g$ .  
 305.  $\approx 0,25$  м/с<sup>2</sup>.  
 306.  $5,0$  м/с.  
 307. 1)  $\approx 0,13$  кН; 2)  $0,50$  кН; 3)  $15$  кН.  
 308. Равнозамедленно с  $|\vec{a}| = 0,20$  м/с<sup>2</sup>;  $|\vec{F}| \approx 0,11$  МН.  
 309.  $0,25$  кН.  
 310. 1.  $\approx 89$  км/ч. 2. Вследствие центробежного эффекта.  
 311. 1) Оба вагона пройдут одинаковые расстояния; 2) груженный откатится дальше.  
 312.  $1,00$  м/с<sup>2</sup>.  
 313.  $15^\circ$ .  
 314.  $19,6$  м/с.  
 315. Через  $\approx 2,8$  с.  
 316.  $0,98$  м/с<sup>2</sup>;  $\approx 18$  Н.  
 317.  $35^\circ$ .  
 318. Нет, так как  $\operatorname{tg} \varphi > \mu_0$ .  
 319.  $0,24$  Н.  
 320.  $0,4$  с.  
 321.  $5,0$  с.  
 322.  $\approx 6,0$  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.  $\approx 77$  мм.  
 327. Нет, нет.  
 328. 1. 4 и 6 Н в одном направлении, а 10 Н — в противоположном. 2. Нет; да.  
 329. Может, если угол, образованный канатами, больше  $120^\circ$ .  
 330. Под углом  $56^\circ$  друг к другу симметрично относительно биссектрисы угла, под которым направлены первые две силы.  
 331.  $50$  Н;  $\approx 87$  Н.  
 332.  $10$  кН;  $\approx 17$  кН.  
 333.  $\approx 170$  Н.  
 334.  $\approx 14$  кН.  
 335.  $8,5$  кН.  
 336.  $800$  Н. Противовес уменьшает необходимую силу тяги двигателя.  
 337.  $100$  Н;  $\approx 50$  Н. Будут увеличиваться.  
 338.  $125$  Н;  $75$  Н.  
 339.  $43$  Н;  $61$  Н.  
 340.  $\approx 23$  Н;  $\approx 46$  Н.  
 341. 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.  
 342. Под действием поперечных составляющих сил натяжения канатов.  
 343.  $\approx 130$  Н.  
 344.  $8,0$  Н.  
 345. Сила натяжения троса увеличивается, и он может разорваться;  $98$  кН.  
 346.  $\approx 11$  Н.  
 347.  $30$  Н;  $35$  Н; когда тянут.

348. Орудие будет зарываться в почву; орудие будет приподниматься.
349. Уменьшаются плечи сил, приложенных к щепке.
350. 1,0 Н·м; не изменится; увеличится в 12 раз.
351. Силы  $\vec{F}_2$ , так как плечо этой силы больше.
352. Потому, что плечо прилагаемой силы равно нулю.
353. Нет, масса левой (по рисунку) части болта меньше.
354. Подвесить гирию к одному концу линейки и поместить линейку на точечную опору так, чтобы она была в равновесии. Из уравнения моментов находят массу линейки.
355. Правый, так как на него действует большая сила, чем на левый ящик.
356. 32 см; 20 см; 6,5 Н.
357. 45,5 Н; 32,5 Н.
358. Да.
359. 40 Н.
360.  $\approx 33$  Н.
361.  $\approx 1,0$  кг.
362. Изменится, если стержень согнуть.
365. 0,25 см от центра меньшего шара.
366.  $\approx 4600$  км от центра Земли.
367.  $\approx 47$  см.
368.  $\approx 10$  кН; 600 мм от передней оси.
369.  $\approx 9$  кН;  $\approx 27$  кН.
370.  $\approx 90$  кН;  $\approx 60$  кН.
371. 100 Н; 40 Н.
372. 120 кН; 150 кН;
373.  $R = 0$ ; пластина будет поворачиваться.
374. Поворачиваться под действием пары сил против часовой стрелки.
375. Двумя. Если одной рукой, то лист будет в неустойчивом равновесии.
376. Для поддержания равновесия в соответствии с правилом моментов сил.
377. Конус, так как у него ниже центр тяжести.
379. Повышается центр тяжести системы.
380. Не более 1,9 м.
381. Конструкция крана такова, что в любом случае вертикаль, проведенная через центр тяжести, пересечет площадь опоры.
382. Чтобы понизить центр тяжести крана и тем увеличить его устойчивость.
383. 30 кН.
384. Опрокидывание, так как оно произойдет при угле наклона стола  $\varphi$ , удовлетворяющего условию  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{D}{H} > 0,5$ , а соскальзывание при  $\operatorname{tg} \varphi = \mu \geq 0,6$ .
385. 1,0 кг·м/с.
386.  $5,0 \cdot 10^8$  г·см/с.
387. 0,3 кг·м/с.
388.  $\approx 2,8$  кг·м/с.
389. При ударе молотком скорость кирпича в направлении к ладони невелика, так как у кирпича большая масса.
390. 40 Н.
391. 0,010 с.
392.  $\approx 500$  кН.
393. 100 с.
394. 1,8 Н·с.
395. 600 м/с.
396. Сообщив какому-либо предмету импульс, направленный в сторону от корабля, космонавт получит импульс, направленный к кораблю.
397. 1) Да, в сторону, противоположную перемещению человека; 2) не сдвинется.
398.  $\approx 0,1$  м/с.
399. 1 м.
400.  $\approx 1,3$  м/с.
401. 10 000 т.
402. 1)  $v/2$ ; 2) 0; 3)  $0,75 v$ .
403. При условии, что  
 1)  $Mv_1 > mv_2$ ;  
 2)  $Mv_1 = mv_2$ ;  
 3)  $Mv_1 < mv_2$ ,  
 где  $Mv_1$  — модуль вектора коли-

чества движения вагона и  $mv_2$  — модуль вектора количества движения снаряда.

404.  $\approx 0,94$  м/с.

405. Вследствие отдачи. Корпус стрелка вместе с прижатым ружьем образует одно целое со значительной массой. Поэтому скорость при отдаче уменьшается.

406.  $v = 4,0$  см/с.

407.  $v = 20$  м/с.

408.  $0,25$  км/с.

409.  $\approx 1,5$  км.

410.  $12,5$  кН.

411.  $\approx 120$  м;  $6,0$  с;  $\approx 4,9$  с.

412.  $560$  м/с.

413.  $9,8$  кДж.

414.  $7,35 \cdot 10^{-4}$  Дж.

415.  $50$  кДж.

416.  $75$  МДж.

417.  $350$  кДж.

418. 1)  $A > 0$ ; в остальных случаях  $A = 0$ .

419.  $2,1$  кДж.

420.  $\approx 9,8$  кДж.

421.  $\approx -4,3$  кДж.

422.  $36$  Дж;  $64$  Дж;  $100$  Дж.

423. Во втором случае работа больше.

424. При отходе от остановки сила тяги больше, чем при равномерном движении, так как трамвай получает ускорение.

425.  $6$  Дж.

426.  $\approx 5,6$  кДж.

427.  $\approx 4 \cdot 10^5$  Дж.

428.  $\approx 1,5$  м/с<sup>2</sup>.

429.  $9,0$  Дж.

430.  $\approx 108$  МДж.

431.  $2,7 \cdot 10^6$  Дж.

432.  $10$  Дж;  $40$  Дж.

433.  $\approx 3,5$  кДж.

434.  $0,20$  кДж.

435.  $\approx 2$  Дж.

436.  $8,1$  кДж;  $1,5$  м/с.

438.  $12$  км/с.

439.  $16$  Н.

440.  $1,0$  кН.

441.  $F_{\text{ср}} = \frac{mv^2}{2}$ . 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.

442.  $A = \frac{mv^2}{2}$ . Чем больше длина ство-

ла, тем большую работу  $A$  совершают пороховые газы и тем с большей скоростью снаряд вылетает из ствола.

443.  $\approx 0,1$  км.

444.  $\approx 0,32$ .

445. Тормозной путь от массы не зависит.

446. Одинаковый.

447.  $\approx 16$  м;  $\approx 13$  м и  $21$  м.

448.  $\approx 96$  Дж.

449.  $\approx 63$  Дж.

450.  $-6,6 \cdot 10^5$  Дж.

451.  $1,5$  кДж;  $2,5$  кДж.

452.  $30$  кДж.

453.  $0$ ;  $15$  Дж;  $-45$  Дж.

454.  $0,80$  м;  $2,0$  м;  $-40$  Дж;  $100$  Дж.

455.  $\approx 2,5$  кДж.

456.  $30$  см.

457.  $450$  Дж;  $150$  Н.

458. Из-за увеличения длины наклонной плоскости при неизменной высоте получается выигрыш в силе.

459. Наклонной плоскости.

460. Одинаковые.

461.  $0,20$  кН.

462.  $1$  см.

463. Потому что при подъеме шара его место занимает воздух, масса которого больше массы шара.

464.  $39$  Дж.

465.  $1,8$  Дж.

467.  $-0,50$  Дж.

468. В 3 раза.

469. Во втором.

470.  $-5,3$  Дж.

472.  $\approx 60$  Дж;  $\approx 60$  Дж.

473. Одинаковыми.

474.  $28$  м/с.

475.  $\approx 10$  м/с.

476.  $\approx 14$  м/с.  
 477.  $\approx 8,7$  м/с.  
 478. 2,5 м.  
 479. 1,0 км.  
 480.  $\approx -59$  кДж.  
 481. 0,13 МДж.  
 482.  $\approx 2200$  МДж.  
 483. 2 mgh.  
 484. 80%.  
 485.  $\approx 59\%$ .  
 486. 3,6 кДж; 5,4 кДж; 67%.  
 487. 73%;  $\approx 3,7$  Дж.  
 488.  $\approx 34$  МДж;  $\approx 19$  МДж;  $\approx 56\%$ .  
 489.  $\approx 15$  Вт.  
 490. 2,3 ГВт.  
 492.  $\approx 2,3$  кВт; 310 кДж.  
 493. 3,6 м/с<sup>2</sup>.  
 494.  $\approx 0,24$  МВт.  
 495.  $\approx 2,2 \cdot 10^4$  кВт.  
 496. 0,0010.  
 497.  $\approx 0,4$  МДж.  
 498. 70 г/с.  
 499.  $\approx 18$  кВт.  
 500.  $\approx 18$  МВт.  
 501. За счет потенциальной энергии.  
 502. Сохранилась в продуктах сгорания.  
 503. Нет, здесь выигрыша в работе не получается, так как проигрываем в мощности.  
 504. Грузы на правой стороне колеса всегда дальше от его оси, чем на левой (моменты сил больше), но число этих грузов справа меньше.  
 505. Силы давления направлены на ось вращения и не могут вращать цилиндр.  
 507. Да; нет.  
 508. Скорость струи книзу возрастает, а поперечное сечение уменьшается.  
 509. Труба б, так как в ней скорость потока постепенно уменьшалась (увеличивалось сечение).  
 510. 3,0 м/с.  
 511. 0,10 см/с.  
 512. Статическое давление между судами уменьшается и возникает тяга, сближающая суда.
513. Статическое давление воздуха на улице АВ пониженное, вследствие чего создается тяга, направленная перпендикулярно направлению ветра по АВ.  
 514. Под этой чашкой давление воздуха уменьшится и чашка опустится.  
 515. 20 кН.  
 516.  $2 \cdot 10^4$  Н;  $1 \cdot 10^3$  Н.  
 517. При увеличении веса самолета нужно увеличить подъемную силу путем увеличения угла атаки, что приводит к увеличению лобового сопротивления воздуха.  
 518. 1, 3, 4 (неупругое), 5 (неупругая), 6, 7.  
 519.  $1 \cdot 10^{-9}$  м.  
 520. 900 моль.  
 521.  $\approx 14,4$  кг.  
 522.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-27}$  кг;  $\approx 5,3 \cdot 10^{-26}$  кг;  
 $\approx 8,0 \cdot 10^{-26}$  кг;  $\approx 7,3 \cdot 10^{-26}$  кг;  
 $\approx 2,7 \cdot 10^{-26}$  кг.  
 523.  $\approx 6,0 \cdot 10^{26}$ ;  $\approx 1,2 \cdot 10^{26}$ .  
 524.  $\approx 3,3 \cdot 10^{12}$ .  
 525.  $\approx 3,0 \cdot 10^{26}$ ;  $\approx 1,9 \cdot 10^{26}$ .  
 526.  $\approx 1,34 \cdot 10^{22}$ .  
 528. В воде, как менее вязкой среде.  
 529. Происходит в случаях 1), 2), 3), 5).  
 530. На явлении диффузии.  
 531. Объем твердого тела.  
 532. За счет молекулярного давления воздуха.  
 533. Давление на стенки оболочки одинаково. Равнодействующая же неодинаковых сил давления на четыре стенки после векторного сложения равна нулю.  
 535. Нет. У потолка, у батарей воздух теплее, у наружной стены воздух холодный и т. д.  
 536. Система оказывается в тепловом равновесии.  
 537. Не будет, так как система «сосуд, лед, вода» в тепловом равновесии.  
 538. Термометр покажет свою собственную температуру; при освещении солнцем высокую, а в тени — очень низкую.

540. 1.  $5^\circ$ ;  $0,5^\circ$ ;  $0,1^\circ\text{C}$ . 2. Потому что  $(t_2 + \Delta t) - (t_1 + \Delta t) = t_2 - t_1$ .
541. Закон Бойля—Мариотта здесь не применим, так как масса газа увеличивается.
542. 5,2 л.
543.  $4 \cdot 10^6$  Па.
544. Увеличится в 1,5 раза.
545.  $\approx 5,3 \cdot 10^4$  Па.
546.  $\approx 1667$  см<sup>3</sup>.
547. 7,2 с.
548.  $\approx 10^9$  Па.
549.  $\approx 1,0$  см.
550.  $\approx 10$  м.
551. 1/2; 2/3; 3/4; 4/5.
552. 1) 200 мм<sup>3</sup>; 2) 300 мм<sup>3</sup>.
553. К потолку; к полу; к потолку.
554.  $10 \cdot 10^6$  Па.
555.  $7,0 \cdot 10^7$  Па.
556.  $\approx 110$  мг.
557. 2. Нет.
558. Ночью с понижением температуры воздух в почве уменьшается в объеме, частично уступая место атмосферному воздуху и т. д.
559.  $-269^\circ\text{C}$ , ...; 273 К, ... .
560.  $\approx 8,5$  л.
561. Приблизительно в 3 раза.
562. Увеличивается в  $\approx 1,2$  раза.
563. 75 г.
564. До  $313^\circ\text{C}$ .
566.  $1,2 \cdot 10^6$  Па.
567.  $3,0 \cdot 10^6$  Па.
568. После выезда из гаража в зависимости от температуры наружного воздуха давление в камерах изменяется. Поэтому в гараже заранее компенсируют ожидаемое уменьшение давления.
569.  $\approx 1,7 \cdot 10^6$  Па.
570. Приблизительно в 2 раза.
571.  $\approx 1,50 \cdot 10^7$  Па.
572. 546 К.
573.  $-24^\circ\text{C}$ .
575.  $\approx 0,55$  м<sup>3</sup>.
576.  $\approx 11$  л.
577.  $\approx 1,9 \cdot 10^6$  Па.
578.  $\approx 820^\circ\text{C}$ .
579.  $\approx 1,0$  л.
580.  $\approx 0,13$  л.
581.  $V_2 > V_1$ .
582.  $p_2 > p_1$ .
583.  $\approx 3,1$  м<sup>3</sup>.
584.  $\approx 0,20$  кг.
585.  $\approx 2,1$  МПа.
586.  $\approx 77^\circ\text{C}$ .
587.  $\approx 48^\circ\text{C}$ .
588.  $\approx 1,1$  кН.
589. 0,2 кг.
590. Наружный воздух через щели проникает в помещение; увеличение массы  $\approx 1,7$  кг.
591.  $\approx 8,8 \cdot 10^4$  Па.
592.  $\approx 8,2$  кг.
593. Уменьшается плотность воздуха и, следовательно, масса воздуха, проходящего через двигатель в 1 с.
594.  $\approx 0,09$  кг/м<sup>3</sup>;  $\approx 1,4$  кг/м<sup>3</sup>.
595.  $\approx 1,0$  кг/м<sup>3</sup>.
596.  $\approx 3,8$  г/л.
597.  $\approx 1,37 \cdot 10^6$  Па.
598.  $\approx -140^\circ\text{C}$ .
599. 29 кг/кмоль.
600.  $\approx 1,0 \cdot 10^7$  Па.
601.  $\approx 1,6$  г/л.
602.  $T_2 > T_1$ .
603.  $p_2 > p_1$ .
604.  $V_1 > V_2$ .
605. На больших высотах, где воздух сильно разрежен.
606. 1.  $7,25 \cdot 10^4$  м<sup>3</sup>/с<sup>2</sup>; 2.  $\bar{v} = 250$  м/с;  $\bar{v}_{\text{кв}} = 269$  м/с.
607.  $\approx 2,8 \cdot 10^{-23}$  кг · м/с;  $\approx 5,6 \cdot 10^{-23}$  Н · с.
608.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-23}$  Н · с.
609.  $\approx 5,6 \cdot 10^{-21}$  Дж;  $1,5 \cdot 10^5$  Дж (при решении использовать число Ломмидта).
610. Энергии одинаковы.
611.  $\approx 7,7 \cdot 10^4$  Па.
612.  $\approx 4,1 \cdot 10^{24}$  м<sup>-3</sup>.
613.  $5,0 \cdot 10^6$  Па.
614.  $\approx 0,53$  м<sup>3</sup>.
615. Да.
616. Мала концентрация молекул.
617.  $\approx 2,48 \cdot 10^{-20}$  Дж.
618.  $\approx 7700$  К.
619. 0;  $\approx 2,64 \cdot 10^{-20}$  Дж.

620. Нет. Часть воздуха уходит через щели наружу, и давление остается постоянным. Поэтому  $U = N \frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2} pV = \text{const.}$
621.  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К.
622.  $\approx 5,0 \cdot 10^{-9}$  Па.
623.  $\approx 2,4 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>.
624.  $\approx 2,69 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>.
625.  $\approx 3,00 \cdot 10^{21}$ .
626.  $\approx 480$  м/с; 48°C.
627.  $\approx 25$  м/с;  $\approx 6,1$  км/с.
628.  $\approx 436$  м/с.
629. При 576 К.
630.  $\approx 440$  м/с.
631.  $\approx 520$  м/с.
632.  $\approx 4,2$  мм.
633. 1) Повышение температуры и давления газа; 2) увеличение плотности и давления газа.
634. Реальный, так как его молекулы обладают, кроме кинетической, еще и потенциальной энергией взаимодействия.
635. В случае 1) и 4) — нет; в остальных случаях — да.
636. В случае 4) — нет; в остальных случаях — да.
637. 3,5 кДж в обоих случаях.
638. 0,2 кДж.
639. 18 кДж.
640.  $\approx 5,4$  МДж.
641.  $\approx 770$  Дж.
642.  $\approx 2,4$  кДж.
643. В первом случае — совершение работы, во втором — теплопередача.
644. Правильно только в первом случае (при нагревании в пламени спиртовки).
645. Бутылка с водой, так как ее теплоемкость больше.
646. Потому что удельная теплоемкость водорода в 14 раз больше удельной теплоемкости воздуха.
647. 13 Дж/К;  $\approx 26,9$  Дж/(моль·К); 130 Дж/(кг·К).
648.  $\approx 270 \cdot 10^8$  кДж.
649. 2,7%.
650.  $\approx 67^\circ\text{C}$ .
651.  $30^\circ\text{C}$ .
652. 16 л.
653. 2 : 3.
654.  $200^\circ\text{C}$ .
655.  $\approx 79^\circ\text{C}$ .
656. 0,23 кДж/(кг·К).
657.  $\approx 10$  км.
658.  $\approx 154^\circ\text{C}$ .
659.  $\approx 3,0 \cdot 10^8$  Дж.
660. Можно, при агрегатных переходах.
661.  $\approx 60$  кДж.
662.  $\approx 0,17$  кг.
663.  $\approx 52$  кДж.
664.  $\approx 260$  км.
665. Вода.
666. 12%.
667.  $\approx 1$  см.
668.  $\approx 34$  км.
669.  $\approx 16^\circ\text{C}$ .
670.  $\approx 810$  м/с.
671.  $\approx 1$  м.
672.  $\approx 38$  кг.
673. 1)  $A = 0, Q = 0, \Delta U = 0$ ;  
2)  $A = 0, \Delta U = Q$ ; 3)  $Q = 0, \Delta U = A$ .
674. При адиабатических процессах.
675. При адиабатическом сжатии повышается температура горючей смеси, что способствует испарению бензина.
676. При адиабатическом, так как в этом случае давление растет вследствие уменьшения объема и повышения температуры, а при изотермическом — только вследствие уменьшения объема.
677. Адиабата.
678. Воздух, выходя из камеры, адиабатически расширяется и охлаждается, что и отмечает термометр. Ветер не влияет на показания термометра.
679. Реальный газ охладится. Идеальный — нет (так как его молекулы не обладают потенциальной энергией).
680. 60 МДж.

681. На 200 МДж, охладился.
682. 6000 Дж.
684. Уменьшилась на 33 кДж, охладился.
685. Увеличилась на 2 МДж, нагрелся.
686. На участках 1—2 и 2—3 газ выделяет некоторое количество теплоты, а на участках 3—4 и 4—1 теплота поглощается газом.
687. Нет.
688.  $\approx 11\%$ .
689.  $\approx 60\%$ .
690. Можно,  $\approx 13\%$ .
691.  $\approx 3,1 \cdot 10^4$  кДж.
692. 27 кДж.
693. 35%; 52°C.
694. 25%.
695.  $\approx 40\%$ .
696. Воздух сильно адиабатически сжимается и при этом нагревается; поступающее в горячий воздух топливо воспламеняется.
697.  $\approx 22$  л/ч.
698.  $\approx 27$  кВт.
699. Скорость вылетающих молекул уменьшается, так как расходуется энергия на преодоление сил притяжения и жидкости.
700. Испарение происходит за счет ухода из жидкости более быстрых молекул. С их уходом средняя скорость оставшихся молекул и, следовательно, температура жидкости уменьшаются. После этого начинается теплообмен жидкости с окружающей средой.
702. 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 обонх коленах остается одинаковым).
703. 1. Нет. 2. 17,3 г. 3. 2,7 г.
704. Нет.
705. Пространство капилляра над ртутью заполняют азотом, от чего температура кипения ртути повышается.
706. Манометр показывает избыточное давление.
707. 2000 Па, перегретым.
708. Ненасыщенный; перенасыщающим.
709. Приблизительно в 12 раз.
710.  $\approx 12$  г/м<sup>3</sup>.
711.  $\approx 760$  Па.
712. Необходимая для сжатия сила в первом случае увеличивается, во втором — остается постоянной, а в третьем сначала увеличивается, а затем остается постоянной.
713. Влажного, так как плотность водяного пара меньше плотности воздуха.
714. 16 г/м<sup>3</sup>.
715. 30 г/м<sup>3</sup>.
717. При адиабатическом расширении газа понижается его температура, что вызывает местное насыщение воздуха водяным паром, его конденсацию или даже замерзание влаги.
718. На большой высоте — перенасыщающий пар. Самолет вносит центры конденсации; пар конденсируется, образуя след за самолетом.
719. 7,0 г/м<sup>3</sup>;  $\approx 52\%$ .
720.  $\approx 18$  г/м<sup>3</sup>.
721. С повышением температуры.
722. На 8 К.
723. При 24°C.
724. Да; нет.
725. Нет; да.
726. 16 000 г; 32 мм.
727. Да.
728. 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 суше.

729. Вследствие поверхностного натяжения.
730.  $4,8 \cdot 10^{-5}$  Дж.
731. Из-за действия сил поверхностного натяжения.
732. В сторону чистой воды; под действием силы  $\approx 2,6 \cdot 10^{-3}$  Н.
733.  $\approx 0,11$  Н.
734.  $\approx 11 \cdot 10^{-2}$  Н.
735.  $\approx 3,6 \cdot 10^{-3}$  Дж.
736. Приблизительно на 32 Па.
737. Уменьшаться будет малый, так как в нем кривизна поверхности и, следовательно, избыточное давление больше, чем в большом пузыре.
738. Ртуть примет форму шара; вода будет прилегать к стенкам колбы, образуя внутри колбы полость шаровой формы.
739. За счет внутренней энергии жидкости.
740. Во всех случаях высота подъема воды увеличится, но при замене воды керосином высота подъема уменьшится.
741.  $\approx 80 \cdot 10^{-3}$  Н/м.
742.  $\approx 30$  м.
743.  $\approx 29$  мм.
744.  $\approx 4,9$  см;  $\approx 22$  см.
745.  $\approx 30$  см; нет.
746.  $\approx 7$  см;  $\approx 0,7$  см.
747.  $\approx 760 + 8$  мм (поправка на капиллярность трубки).
748. Кристалл будет растворяться; ничего не произойдет; кристалл будет расти.
750. Вследствие анизотропии теплового расширения куб из кварца изменит свою форму.
751. Вследствие анизотропии роста.
752. Когда в холодной, так как скорость охлаждения будет больше, а время роста кристаллов — меньше.
753. Стекло — аморфное тело и не имеет определенной точки плавления.
754. При сдвиге расстояние между частицами 1 и 3 увеличится и в их взаимодействии воспребледает сила притяжения; расстояние же между частицами 2 и 4 уменьшится и в их взаимодействии воспребледает сила отталкивания. Совместное действие этих сил возвратит ячейку к первоначальной форме.
755. Вследствие преобразования механической энергии во внутреннюю.
756. Превратилась в потенциальную энергию проволоки; преобразовалась во внутреннюю энергию проволоки.
757.  $\approx 8,1$  МПа.
758. При кладке, показанной на рисунке 100, а.
759. 2,7 мм;  $5,0 \cdot 10^{-4}$ .
760. 1 м.
761.  $\Delta l_1 : \Delta l_2 = 1 : 0,25$ ;  $\epsilon_1 : \epsilon_2 = 1 : 0,5$ .
762. Способ, показанный на рисунке 101, б (показания динамометров суммируются). При способе, приведенном на рисунке 101, а, показания динамометров одинаковы (указатели выйдут за пределы шкалы).
763.  $\epsilon_{ст} : \epsilon_{ал} = 0,33$ . Тела с меньшим значением  $E$ .
764.  $2 \cdot 10^9$  Па.
765.  $5,0 \cdot 10^7$  Па;  $\approx 1,3$  мм;  $2,5 \cdot 10^{-4}$ .
766.  $\approx 23$  мм; 0,60 мм.
767. 5,0 мм.
768. Вследствие остаточной деформации.
769.  $2,5$  мм<sup>2</sup>.
770. Согласно таблице 4: упругая деформация; пластичная деформация; пластичная деформация; разрыв.
771. Разрыв; пластичная деформация; упругая деформация.
772.  $\approx 67$ .
773.  $\approx 50$  кН.
774.  $n = \frac{2S\sigma_{пч}}{\rho S_{п}}$ , где  $S$  — площадь

- поперечного сечения стойки,  $S_{\text{пл}}$  — площадь плунжера,  $p$  — максимальное давление масла (по красной черте на шкале манометра),  $\sigma_{\text{плч}}$  — предел прочности стали.
776. Приблизительно на 13 см<sup>3</sup>.
777. 1018 см<sup>3</sup>.
778. Увеличился на  $\approx 17$  см<sup>3</sup>. Размеры бруса при решении не используются.
779.  $\approx 3,6$  МДж. Длина рельса при решении не используется.
780.  $\approx 86^\circ\text{C}$ ;  $\approx 1204$  см<sup>3</sup>.
781. 10 112 см<sup>3</sup>; 9888 см<sup>3</sup>.
782. 46 м<sup>3</sup>.
783.  $\approx 35^\circ\text{C}$ . Диаметр основания цистерны при решении задачи не используется.
784.  $\approx 2,2$  см<sup>3</sup>.
785.  $\approx 12,9$  г/см<sup>3</sup>.
786.  $\approx 0,799$  г/см<sup>3</sup>.
787. Чувствительность спиртового больше в 6 раз, так как коэффициент расширения спирта в 6 раз больше, чем ртути.
788. С большим.
789. Высота ртутного столбика не зависела бы от температуры.
790. Между изменениями температуры и высотой столбика воды не было бы линейной зависимости (аномалия теплового расширения воды при температуре от 0 до 4°C).
791. 0;  $8 \cdot 10^{-5}$  К<sup>-1</sup>;  $1,2 \cdot 10^{-5}$  К<sup>-1</sup>.
792. 0,00001 К<sup>-1</sup>.
793. Увеличится на  $\approx 14$  м.
794. 1,2 км.
795.  $\approx 20,4$  дм<sup>2</sup>.
796.  $-120^\circ\text{C}$ .
797.  $\approx 25$  Н.
798.  $\approx 1,3$  МН.
799.  $\approx 29^\circ\text{C}$ .
800.  $\approx 3,0^\circ\text{C}$ .
801.  $\approx -50^\circ\text{C}$ .
806.  $\approx 1,0 \cdot 10^{-6}$  Кл; на  $\approx 5,8 \cdot 10^{-20}$  кг.
807.  $-0,5g$ ; да.
808.  $\approx 6,10^{-9}$  Н.
809.  $\approx 2,9 \cdot 10^{-9}$  Н.
810. 6,0 кН.
811.  $2,0 \cdot 10^{-9}$  Кл;  $4,0 \cdot 10^{-9}$  Кл.
812.  $\approx 4,7$  см.
813.  $9,0 \cdot 10^{-5}$  Н;  $14 \cdot 10^{-5}$  Н.
814.  $5,5 \cdot 10^{-9}$  Кл;  $-1,1 \cdot 10^{-9}$  Кл.
815. В устойчивом, но только при ограничении возможной траектории его движения отрезком прямой, соединяющей заряды.
816. На расстоянии 4,0 см от заряда  $q_1$ , на прямой, соединяющей заряды  $q_1$  и  $q_2$ .
817. Будут сближаться.
818.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-4}$  Н.
819.  $\approx -9,6 \cdot 10^{-7}$  Кл.
820.  $1,8 \cdot 10^{-9}$  Кл.
821.  $\approx 1,6$  г.
822.  $1,0 \cdot 10^{-3}$  Н;  $\approx 2,9 \cdot 10^{-4}$  Н.
823.  $\approx 7,4 \cdot 10^{-3}$  Н.
824.  $r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\epsilon}$ .
826. 800 Н/Кл.
827.  $1,0 \cdot 10^{-4}$  Н.
828.  $E_1 : E_2 \approx 1 : (5,8 \cdot 10^4)$ .
829.  $\approx 4,2 \cdot 10^{-8}$  Кл.
830.  $\approx 55$  см.
831.  $6,0 \cdot 10^4$  Н/Кл;  $\approx 6,7 \cdot 10^{-8}$  Кл.
832. 0,9нН/Кл.
833. 2 см.
834.  $\approx 1,4 \cdot 10^7$  Н/Кл.
835.  $\approx 540$  Н/Кл.
836.  $\approx 3,0 \cdot 10^5$  Н/Кл.
837. В точке В (гуще линии напряженности).
838. Потому, что в поле гильзы кисть руки электризуется по индукции.
839. Помещаются в металлические клетки.
840. Нет, на электроскопе останется индуцированный заряженным телом заряд противоположного знака.
842. Ввести шарик в стакан и коснуться им внутренней стенки.
844.  $2,5 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>.
845.  $5,0 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>.
846. 81 Н/Кл; 20 Н/Кл; 0.
847.  $4,5 \cdot 10^5$  Н/Кл.
848.  $4,00 \cdot 10^6$  Кл.

849. Причиной является поляризация стекла в электрическом поле конденктора.
850. Нет, каждая половина диэлектрика останется поляризованной и несет заряды обоих знаков.
851.  $\approx 1,1 \cdot 10^7$  Н/Кл;  $4,3 \cdot 10^8$  Н/Кл.
852. Работы одинаковы, так как не зависят от формы пути.
853. Работа на участках  $AB$  и  $CD$  равна нулю, на участке  $BC$  она положительная, а на участке  $DA$  — отрицательная. Вся работа равна нулю.
854.  $\approx 2,0 \cdot 10^{-3}$  Дж.
855. 0,40 кВ.
856.  $8,0 \cdot 10^{-5}$  Дж.
857.  $\approx 2,6 \cdot 10^{-5}$  Дж.
858. 60 В.
859.  $1,6 \cdot 10^{-13}$  Дж = 1 МэВ.
860. 8 е.
861. 0,18 кВ.
862.  $\approx 2,3 \cdot 10^{-5}$  Дж.
863. 1,5 кВ.
864. 0,45 кВ.
865. В точке, удаленной на 26,7 см от первого заряда.
866. Работа во всех четырех случаях равна нулю.
867. Работы одинаковы.
868. 0; +50 В; +25 В.
870. Увеличится на 600 В.
872. 1,0 Н.
873.  $9,8 \cdot 10^{-16}$  Кл.
874.  $\approx 0,2 \cdot 10^{-18}$  Кл.
875.  $\approx 1,8 \cdot 10^7$  м/с.
876.  $\approx 200$  кВ.
877. 50 см.
879.  $1 \cdot 10^{-11}$  Ф =  $1 \cdot 10^{-5}$  мкФ =  $1 \cdot 10$  пФ.
880.  $\approx 11$  пФ;  $\approx 890$  пФ.
881.  $\approx 700$  мкФ.
883.  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Кл;  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Кл.
884.  $1,0 \cdot 10^{-4}$  Кл;  $2,0 \cdot 10^{-4}$  Кл.
885. 0,50 мкФ.
886. 110 В.
887. Обкладки: провод (жила) и брови (свинец или алюминий). Диэлектрик; промасленная бумага.
888. Напряжение не изменится. Напряженность и заряд увеличатся в 2 раза.
889. Напряжение уменьшится в 2 раза. Заряд и напряженность поля не изменятся.
890.  $\approx 400$  пФ (с точностью до сотен).
891. Уменьшилась в 6 раз.
892.  $\approx 0,1$  мм.
893. Емкость конденсатора увеличится, так как введение третьей пластины, в которой поле отсутствует, равносильно уменьшению расстояния между пластинами конденсатора.
894. Мала толщина диэлектрика, которым является оксидная пленка.
895.  $\approx 5$  см.
896. 1,0 кВ.
897. Зависимость емкости конденсатора: а) от рода диэлектрика; б) от рабочей площади пластины; в) от расстояния между пластинами.
898. 6,0 мкФ;  $\approx 1,3$  мкФ.
899. 39 мкФ;  $\approx 1,7$  мкФ.
900. 7,5 мкФ.
901. 6 мкФ.
902.  $C_2 = 3,0$  мкФ.
903.  $\approx 1 \cdot 10^2$  пФ.
905. 484 мДж.
906. 0,80 Дж.
907. 7,5 мДж.
908. Энергия конденсатора уменьшается. Энергия аккумулятора увеличивается как за счет уменьшения энергии конденсатора, так и за счет энергии, израсходованной при раздвигании пластин конденсатора.
909. Увеличилась вдвое.
910. 72 Дж.
911.  $\approx 2 \cdot 10^4$  кВт.
912. 1.  $\approx 0,009$  Дж.  
2. Котангенсом угла наклона графика к оси абсцисс.  
3. Угол наклона графика к оси заряда уменьшится.

913. 1. Разрядится только в последнем случае.  
2. Потому, что и в обесточенной цепи могут быть заряженные конденсаторы.
914. 1 А.
915. 30 Кл.
916. 1,0 А; 10 мин.
917. 100 с.
918.  $\approx 18$  А;  $0,36$  А/мм<sup>2</sup>.
919. 0,01 мм/с.
920.  $\approx 0,01$  см/с.
921. При замыкании цепи под действием почти мгновенно возникшего электрического поля начинается дрейф электронов и лампа загорается.
922. Нет, длина проводника не должна превосходить 30 см.
- 923, 924, 925. Применить формулу  $U = EI$ .
926. Уменьшилось в 4 раза.
928.  $1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом · м;  $0,9 \cdot 10^6$  См/м.
929.  $\approx 17$  Ом;  $\approx 20$  м.
930.  $\approx 2,3$  мм<sup>2</sup>;  $\approx 8,5$  м.
931. 25 м.
932. 55 Ом; 440 Ом.
933.  $\approx 0,0041$  К<sup>-1</sup>.
934.  $\approx 7,7$  Ом.
935.  $\approx 1900$  °С.
936.  $\approx 20$  м.
937.  $\approx 390$  В/м.
938. Явление связано с сверхпроводимостью металлического резистора.
939. 20 Ом; 30 Ом.
940. 1) 4 r; 2) r/4; 3) r; 4) r; 5)  $\frac{4}{3}r$ ;  
6) 2,5 r; 7)  $\frac{5}{3}r$ ; 8) 0,6 r; 9) 0,4 r.
941. Оба вольтметра соединить последовательно и подключить к источнику напряжения. Незвестное сопротивление находят из уравнения  $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$ .
942. Оба амперметра соединяют параллельно и включают в цепь. Незвестное сопротивление находят из уравнения  $I_1 : I_2 = R_2 : R_1$ .
943. Надо подключить добавочное сопротивление 40 кОм.
944. Нужен шунт сопротивлением 0,01 Ом.
945.  $\approx 10$  МА.
946.  $I_1 = 4$  А;  $I_2 = 2$  А;  $I_3 = 6$  А;  $I_4 = 3,6$  А;  $I_5 = 1,8$  А;  $I_6 = 0,6$  А.
947. 50 В.
948. 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.
949. Нельзя, так как в аккумуляторе происходят и некоторые необратимые процессы, в частности нагревание электролита.
950. В реостате непроизводительно выделяется некоторое количество энергии.
951. В нижнем (по схеме) резисторе на 2 Ом.
952. а) 1,2 Дж, 20 мВт; б) 30 кДж, 0,50 кВт; в) 6,0 кДж, 0,10 кВт.
953. 1)  $\approx 90$  Дж,  $\approx 210$  Дж; 2) 1,0 кДж,  $\approx 0,44$  кДж.
954.  $\approx 1,8$  А;  $\approx 2,0$  А;  $\approx 4,8$  А.
955. 11 м; 0,4 мм<sup>2</sup>.
956. 2,0 В.
957. 600 Дж.
958. 2. При  $R = \infty$  (внешняя цепь разомкнута) и  $R = 0$  (короткое замыкание).
959. 3,0 А; 1,5 А, 1,0 А, 0,60 А.
960. 1,0 Ом.
961.  $\approx 3,3$  В.
962. 0,50 А;  $\approx 5,8$  В; 0,25 В.
963. 1,2 А.
964. 4 Ом, 6 Ом.
965.  $\approx 1,7$  В.
966.  $\approx 11$  м.
967. 1,1 В; 1 Ом.
968. 3 В; 1 Ом.
969. 4 В.
970. 0,2 Ом.
971. 11,5 В.
972. 0,5 Ом.
973. 80 В;  $\approx 77$  В;  $1,8 \cdot 10^6$  Кл.
974. 0,50 А или 1,5 А при  $R_1 = 3$  Ом

- или  $R_2 = 0,33 \text{ Ом}$ .
975. 6 Ом.
976. 1,0 А; 8,0 Вт.
977. 3,6 В; 1,8 А; 0,45 А.
978. 0,225 А; 0,075 А.
979.  $\approx 0,13 \text{ А}$ .
980. 3,0 В.
981.  $r_1 = 3,0 \text{ Ом}$ ;  $r_2 = 4,5 \text{ Ом}$ .
982. 12 Ом; 6,0 Ом.
983.  $\approx 22,3 \text{ В}$ ;  $\approx 9,6 \text{ В}$ ;  $\approx 6,4 \text{ В}$ .
984.  $\approx 380 \text{ об/с}$ .
985.  $8,4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$ .
986.  $4,0 \cdot 10^{-18} \text{ Н}$ .
987.  $5,0 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ .
988. 85 мВ/м.
989.  $\approx 74 \text{ А}$ ; 37 А/мм<sup>2</sup>.
990. 0,07 мм/с.
991.  $\approx 100 \text{ Ом}$ .
992.  $\approx 0,00013 \text{ мм/с}$ .
993.  $\approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ .
994. Нет, погрешность равна 0,10 А.
995.  $\approx 35 \text{ г}$ .
996.  $10^5 \text{ с}$ ; 8 г.
997.  $\approx 30 \text{ мкм}$ .
998.  $0,29 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ .
999.  $0,32 \pm 0,03 \text{ мг/Кл}$ .
1000. 20 Вт.
1001.  $\approx 1 \text{ кг}$ .
1002.  $\approx 6,3 \cdot 10^{16} \text{ с}^{-1}$ .
1003.  $\approx 1,9 \cdot 10^{21}$ ;  $\approx 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ кмоль}$ .
1004. 2.
1005.  $\approx 66$ .
1006.  $\approx 0,37 \text{ мг/Кл}$ ;  $\approx 0,24 \text{ мг/Кл}$ ;  
 $\approx 0,094 \text{ мг/Кл}$ .
1007. Из раствора  $\text{CuSO}_4$  меди выделится в 2 раза меньше, чем из раствора  $\text{CuCl}$ .
1008.  $N_A = \frac{F}{e} \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .
1009. При несоблюдении полярности оксидная пленка вследствие электролиза исчезнет, и конденсатор придет в негодность. Кроме того, образование газов в герметизированном корпусе конденсатора может привести к взрыву.
1010. Если бы плюс источника напряжения был подан на рельсы, то на них вследствие электролиза

- почвенной влаги выделялся бы кислород и ускорялась бы коррозия.
1011. Между сухими руками и проводом — прослойка воздуха (изолятора), что увеличивает сопротивление контакта. Влага на руках уменьшает это сопротивление.
1012. От действия ионизатора.
1013.  $\approx 2,5 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$ .
1014. 0,25 см.
1015.  $\approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ .
1016.  $\approx 30 \text{ МВ/м}$ .
1017.  $\approx 4,15 \text{ В}$ .
1019. При увеличении диаметра провода напряженность поля вблизи поверхности проводника уменьшается.
1020. Перенапряжение в линии, вызванное электрическим атмосферным разрядом, приводит к пробое воздушного промежутка в разряднике, и грозовой заряд уводится в землю.
1021. Вследствие термоэлектронной эмиссии. Положительный.
1022. В дыме частички углерода несут положительный заряд и поэтому к отрицательно заряженному стержню притягиваются, а от положительно заряженного они отталкиваются и оседают на стенках электроскопа.
1024.  $\approx 3,1 \cdot 10^{17}$ .
1025.  $\approx 5,9 \cdot 10^3 \text{ км/с}$ .
1026. Сила тока одинакова.
1027.  $\approx 30 \text{ мА}$ ; 40 мА и  $\approx 68 \text{ мА}$ . Ток насыщения зависит от температуры накала катода.
1029.  $1,0 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ ;  $1,0 \cdot 10^{12} \text{ м/с}^2$ ;  $1,0 \times 10^{-7} \text{ с}$ .
1031.  $\approx 5,7 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ .
1032.  $\approx 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .
1034. 250 В;  $\approx 180 \text{ В}$ .
1035. Увеличивается концентрация свободных носителей заряда.
1036. Нет, с понижением температуры

- сопротивление кремния увеличивается.
1037. На 25%.
1038.  $\approx 2,3 \cdot 10^{-7}\%$ .
1039.  $\approx 1,0 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ .
1040. Проводимость *n*-типа;  
 $\approx 1,1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ .
1041.  $\approx 9,6 \cdot 10^{-8}\%$ .
1042. 1) Электронным, так как валентность примеси больше, чем валентность германия; 2) дырочным, так как валентность примеси меньше валентности германия.
1043. При введении фосфора — проводимость *n*-типа (фосфор пятивалентен); в остальных случаях — проводимость *p*-типа.
1044. Нет, так как олово четырехвалентно.
1045. Подвижность электронов больше подвижности дырок.
1046. 1. Правая часть в пропускном, а левая часть в запирающем направлении.  
2. Вследствие большого различия в числовых значениях силы тока и напряжения.
1047. 0—10 мА; 100 °С;  $\approx 70$  °С;  $\approx 30$  °С.
1048. В металлах велика концентрация электронов проводимости, и небольшое количество дополнительных электронов, полученных за счет фотоэффекта, практически не влияет на электропроводимость металлов.
1049. Сопротивление затененного фоторезистора больше. Закон Ома можно применять с известным приближением при малых токах.
1050.  $\approx 0,4 \text{ м}^2$ .
1051. а) В противоположные стороны; б) в одну и ту же сторону.
1052. а) Отталкиваются; б) и в) притягиваются.
1053. Отталкиваются.
1054. Взаимодействие токов одного направления.
1055. Справа налево; справа — северный, слева — южный.
1056. Слева направо; слева — северный, справа — южный.
1058. 1. По часовой стрелке. 2. От читателя.
1060. Слева — *S*, справа — *N*.
1061. Существует, так как движение положительных ионов решетки создаст такое же магнитное поле, как и движение электронов в покоящейся проволоке.
1062. На северный полюс — в направлении касательной к линии индукции по часовой стрелке; на южный — против часовой стрелки.
1063. 0,2 Тл.
1064. Перпендикулярно к плоскости чертежа: а) от читателя; б) к читателю; в) вертикально вниз; г) вертикально вверх.
1065. 0; 9,0 Н.
1066.  $\approx 3,1$  Н;  $\approx 1,6$  Н.
1067. 30°.
1068. 2,5 А.
1069. 0,25 Тл.
1070. Потому что при этом меняется направление тока не только в обмотке якоря, но и в обмотке индуктора (обе обмотки соединены параллельно).
1071. Вследствие взаимодействия сильных токов в витках обмоток.
1072. Магнитное поле корабля компенсируется магнитным полем тока, и взрыватель мины не срабатывает.
1074. 1) нет; 2) нет; 3) нет.
1075. Влево.
1076. В направлении от читателя.
1077. а) Перпендикулярно линиям индукции; б) параллельно линиям индукции; в) наклонно к линиям индукции.
1078. 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.
1079.  $4,8 \cdot 10^{-14}$  Н.
1080.  $8 \cdot 10^{-15}$  Н;  $1 \cdot 10^{-2}$  м.
1081.  $\approx 12$  мм. Нет, так как сила Лоренца работы не совершает.
1082.  $p = BeR$ ;  $v = \frac{2U}{BR}$ ;  $m = \frac{B^2 e R^2}{2U}$ .
1083.  $R_e : R_p \approx m_e : m_p = 1 : 1840$ .
1084.  $R_e : R_p \approx \sqrt{m_e} : \sqrt{m_p} \approx 1:43$ .
1085. Против часовой стрелки, если смотреть на катушку сверху.
1086.  $\approx 1,7 \cdot 10^{-27}$  кг; протон.
1087.  $\approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.
1089.  $\approx 0,23$  Вб;  $\approx 1,16$  Вб; 0.
1090. 1) От D к C; от C к D; 2) от D к C; от C к D; 3) от D к C; от C к D.
1091. 0,1 В.
1092. 0,2 Вб/с; 0,2 В; при равномерном изменении магнитного потока.
1093. Во втором случае больше в 5 раз.
1094. 0,5 с; 5 А.
1095. 24 В.
1096. 4 В.
1098. Во втором проводе установится постоянный ток.
1099. 20 В/м. В наведенном поле линии напряженности замкнуты.
- 1100, 1101. ЭДС будет индуцироваться.
1102. 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.
1103. а) К читателю; б) к читателю; в) от читателя; г) ток равен нулю.
1104. 15 В.
1105.  $\approx 0,13$  Тл.
1106. 20 м.
1107. К центру.
1108. Да; нет; силы, действующие на индуцированные токи, тормозят движение спутника.
1109. При торможении якоря уменьшается ЭДС в его обмотке, из-за чего сила тока увеличивается. По закону Джоуля — Ленца это приводит к большему нагреванию якоря.
1110. При размыкании цепи возникает ЭДС самоиндукции. При выключенных двигателях ЭДС самоиндукции мала.
1111. При изменениях силы тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая этим изменениям.
1112. При замыкании сердечника якорем возрастает магнитный поток в сердечнике, поэтому в катушке возникает ЭДС самоиндукции, уменьшающая силу тока.
1113. При движении стального стержня происходит изменение магнитного потока, пронизывающего катушку; в цепи появляется ЭДС индукции. При входе стержня ток в катушке уменьшается, а при выходе он увеличивается.
1114.  $2 \cdot 10^{-3}$  Гн. Нет.
1115. 40 мГн. Увеличивается.
1116. 1. Возможно меньшей длины и возможно большего диаметра.  
2. Бифилярно, т. е. в два провода, токи в которых направлены в противоположные стороны.
1117. 20,0 В.
1118. 0,6 Гн.
1119. 800 А/с.
1120.  $\approx 0,14$  кВ.
1121.  $\approx 14$  Дж.
1122. 0,12 Гн.
1123.  $\approx 1,4$  А.
1124. 0,05 Гн; 3,6 Дж; 1,6 Дж.
1125. 20.

1126. Мост намагничивается в магнитном поле Земли.
1127. Иголлка намагнитится в магнитном поле компасной стрелки (взаимно притянута). После нагревания до точки Кюри иголлка размагнитится и стрелка не будет к ней притягиваться.
1128. Горячий прокат, нагретый до температуры выше точки Кюри, не притянется к электромагниту крана.
1129. 1,6 Тл; 1,8 Тл.
1130. Пленка намагнитится.
1131. На показаниях приборов сказывается взаимовлияние их магнитных полей.
1132. Показания будут искажены вследствие экранирующего действия стального корпуса судна.
1133. Для того, чтобы при размыкании цепи якорь не задерживался сердечником вследствие остаточного магнетизма.
1134. Для постоянных магнитов необходима большая коэрцитивная сила, а для электромагнитов — возможно меньший остаточный магнетизм.
1135. С малой, чтобы машина меньше нагревалась при перемагничивании.
1136. 0,15 Н.
1137.  $\approx 0,17$  Н,  $\approx 0,99$  Н;  $\approx 0,34$  Н, 0,94 Н; 0,50 Н;  $\approx 0,87$  Н.
1133. В точке, соответствующей максимальному смещению от положения равновесия; в точке, соответствующей положению равновесия.
1139. 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 ( $T_1 < T_3$ ;  $x_{m1} < x_{m3}$ ).
1140. 2,0 с, 0,50 Гц; 1,5 с,  $\approx 0,67$  Гц.
1141.  $\pi$  с<sup>-1</sup>; 20  $\pi$  с<sup>-1</sup>.
1144. 0;  $\pi/2$ ;  $\pi$ ; 1,5  $\pi$ .
1145.  $A = 1$  см;  $T = 0,01$  с;  $f = 100$  Гц.
1147. 0,32л; л, 3л.
1148.  $x_m$ ; 0,81  $x_m$ .
1149.  $\approx 2,3$  см.
1150. 3,0 м/с;  $\approx 76$  м/с<sup>2</sup>.
1151. 4 с;  $3,14 \cdot 10^{-2}$  м/с;  $4,93 \cdot 10^{-2}$  м/с<sup>2</sup>.
1152. 0, 6, 12 с, ...; 9, 15 с, ...
1153.  $\approx 630$  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.
1154.  $\approx 0,63$  с.
1155.  $\approx 110$  Н/м.
1156.  $\approx 3,2$  Гц.
1157.  $\approx 6,3$  см.
1158. Если условно рассматривать качели как математический маятник, то: 1) нет, так как период от массы не зависит; 2) да, так как уменьшится длина маятника (расстояние от центра тяжести до линии подвеса).
1159.  $\approx 20$  с; 0,050 Гц.
1160. 2,25 раза.
1161. Надо уменьшить длину нити в 4 раза.
1162.  $\approx 2,5$  с.
1163.  $\approx 10,2$  м/с<sup>2</sup>.
1164.  $970 \pm 20$  см/с<sup>2</sup>.
1165. 1)  $\approx 1,7$  с; 2)  $\approx 2,6$  с; 3)  $\approx 1,9$  с.
1166. Возрастет в 1,2 раза.
1167.  $\approx 30$  м/с<sup>2</sup>.
1168.  $\approx 3 \cdot 10^{-2}$  Н.
1169.  $2,0 \cdot 10^{-4}$  Дж во всех трех случаях.
1170. 0,80 Дж.
1171. У обеих чашек одинаковы частота и амплитуда. Фазы противоположны. В положении равновесия кинетическая энергия максимальна, а потенциальная минимальна, так как опускается общий центр тяжести системы.
1172. 0,049 Дж; 0,049 Дж.
1173.  $v = \sqrt{2gl}$ .
1174. Надо отвести шарик так, чтобы он оказался поднятым на высоту 0,20 м.
1175. 43°.
1176. 350 Гц.
1177.  $\approx 0,065$  с.

1178. Наблюдается резонанс колебаний автобуса и колебаний стекла.
1179.  $\frac{72}{n}$  км/ч, где  $n = 1, 2, 3 \dots$
1180. 270 об/мин.
1181. Длина маятника  $\approx 1$  м. Маятник в часах — не математический, а физический.
1183. На 8 см (приблизительно).
1184. На 16 с (приблизительно).
1185.  $\pi/2$ .
1186. 100 В.
1187. 0,30 Дж;  $\approx 89$  мА.
1188.  $1,0 \cdot 10^{-4}$  Дж;  $0,64 \cdot 10^{-4}$  Дж.
1189. Т/8.
1190. 1)  $\approx 0,31$  с; 2)  $\approx 2,5 \cdot 10^{-3}$  с, звуковая частота; 3)  $\approx 1,6 \cdot 10^{-6}$  с.
1191.  $\approx 160$  МГц.
1192. 50 пФ.
1193. 130 мкГн.
1194.  $2,5 \cdot 10^{-4}$  Гн;  $1 \cdot 10^{-8}$  Ф.
1195. Чтобы избежать электролиза.
1196. При переменном токе оба угла свечи сгорали равномерно.
1197. У катода. При переменном токе полярность электродов периодически меняется.
1198. 50 В;  $\approx 87$  В.
1199. Период колебаний уменьшится вдвое, а амплитуда ЭДС вдвое увеличится.
1200. 10 В;  $\approx 14$  В; 17 В; 20 В; 0.
1201.  $\approx 12$  мА.
1202.  $\approx 2,1 \cdot 10^{-8}$  с.
1203. Не будет.
1204.  $\approx 310$  В.
1205. Потому, что амплитудное значение напряжения 179 В, т. е. больше 150 В.
1206. Нет, так как амплитудное значение напряжения 310 В, т. е. больше 250 В.
1207.  $U = 310 \sin 100 \pi t$ .
1208. 20,0 А.
1209. 4,0 А;  $\approx 5,6$  А.
1210. Через  $1/8$  долю периода.
1211.  $\approx 48$  кДж.
1212.  $\approx 310$  Ом;  $\approx 2,5$  кОм.
1213. 0,070 Гн.
1214.  $0,10 \pm 0,01$  Гн.
1215. 0,16 Гн. В случае постоянного напряжения сила тока не изменится, а при переменном напряжении она резко увеличится.
1216. 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.
1217. 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.
1218. Емкость места разрыва очень мала и емкостное сопротивление в связи с этим очень велико; ток практически прекращается.
1219.  $\approx 16$  Ом;  $\approx 0,016$  Ом.
1220.  $\approx 80$  мкФ.
1221.  $2,5 \cdot 10^{-4}$  с.
1222.  $4,0 \pm 0,6$  мкФ.
1223. а) Конденсатор, так как изменение силы тока опережает по фазе изменение напряжения на  $\pi/2$ ; б) катушка, так как колебания тока отстают по фазе от колебаний напряжения на  $\pi/2$ .
1224. 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.
1225. 1) 5 Ом; 2) 10 Ом; 3) 20 Ом.
1226.  $\approx 9,9$  Ом.
1227. 24 А; 96 В; 192 В; 120 В.
1228. 10 А.
1229. Во всех случаях  $\cos \varphi = 1$ .
1230. 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.

1231.  $\approx 217$  Вт; 125 вар.

1232. 2200 В·А; 1760 Вт.

1233. 5,0 А.

1234.  $\approx 0,64$ .

1235.  $\approx 2,5$  мкФ.

1236.  $\approx 0,040$  Гн.

1237.  $1,0 \cdot 10^{-5}$  с<sup>2</sup>.

1238. Установить частоту тока

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

1239. 160 Гц.

1240. 4,0 Ом; 8,0 Ом.

1241.  $\approx 1,0 \cdot 10^5$  Гц;  $\approx 76$  А.

1242. 11 А; 11 кВ. Пробой может произойти вследствие высокого напряжения на реактивных сопротивлениях.

1243.  $\approx 7,5$  В.

1244. 3000 об/мин.

1245. 50 Гц; 0,020 с.

1246. 3000, 1500, 1000, 750, 500, 300 об/мин;  $\approx 68$  об/мин.

1247. 1200 об/мин.

1248. Увеличить в 1,5 раза.

1249, 1250. Используется обратимость электрической машины.

1251. Верхний зажим — минус, нижний — плюс. Эмиссия электронов из катода недостаточна для возникновения большой силы тока в цепи.

1252. —6 В; при  $U_g > 8$  В.

1253. 10 мА.

1254. 25.

1255. Корпус мины как железный сердечник увеличивает индуктивность контура; частота звуковых колебаний при этом уменьшается.

1256. Окружность, если обе пары пластин находятся на одинаковом расстоянии от экрана; если нет, то — эллипс.

1257. В схеме *a* не будет; в остальных схемах будет.

1258. При постоянном токе обмотка обладает только активным сопротивлением, которое может оказаться очень малым в сравнении с кажущимся сопротивлением обмотки переменному току.

1259. Потребляется, но мало.

1260. 1000; 0,02.

1261. 30 В.

1262. 5,6 А.

1263. Кнопку нужно поставить в первичную цепь перед разветвлением.

1264.  $\approx 500\,000$  кВт.

1265.  $\approx 6000$  т/ч.

1266.  $\approx 2,1$  кВт.

1267.  $\approx 5,2$  кВт;  $\approx 1,7$  кВт; 90%;  $\approx 97\%$ .

1268.  $\approx 96\%$ .

1269. Круглой.

1270.  $\Phi_A = 360^\circ$ ;  $\Phi_B = 270^\circ$ ;  $\Phi_C = 180^\circ$ ;  $\Phi_D = 90^\circ$ ;  $\Phi_E = 0^\circ$ .

1273.  $\approx 22,2$  м/с.

1274. 3,2 с.

1275. 2,9 м/с.

1276. На струне — поперечные; в воздухе — продольные.

1277.  $\approx 2$  км.

1278. 25 с;  $\approx 1,5$  с.

1279. 200 м.

1280.  $\approx 6$  м/с.

1281.  $\approx 130$  м;  $\approx 26$  м/с.

1282.  $\approx 160$  м.

1283. 3,4 км/с.

1284. 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.

1285. Да, так как звук распространяется по корпусу самолета и внутри него по воздуху.

1286.  $\approx 0,75$  м;  $\approx 3,2$  м.

1287.  $\approx 88$  — 1000 Гц.

1288. 0,992 м.

1289.  $\pi$ .
1290. 0,020 с;  $\approx 0,00793$  с;  $\approx 0,00227$  с.
1291. 200 Гц; 0,0050 с.
1292. Преобразуется во внутреннюю энергию среды.
1293. 240 Гц; 300 Гц; 360 Гц; 480 Гц.
1294.  $\approx 0,7$  км.
1295. 50 м/с.
1296. 1 :  $10^9$ .
1297. 1) Интерференционный максимум; 2) минимум.
1299. При одинаковых фазах — максимум, при противоположных фазах — минимум.
1300. Волны от двух ветвей интерферируют на погашение.
1301. На расстоянии  $\approx 38$  см.
1302. 348 Гц.
1303. От стекла происходит отражение звука.
1304. С помощью рук создают рупор, обеспечивающий направленное распространение звука.
1305. В комнате — громче, так как сила звука поддерживается отраженными от стен волнами; на открытом воздухе волна без отражения уходит в окружающее пространство.
1306. Во втором случае звук ослаблен, потому что волна частично отражается на границе вода — воздух.
1307. Спустя  $\approx 1$  с. Отраженный и основной звуки накладываются друг на друга.
1308. 55 км.
1309. 15 см; 45 см.
1311. 16 см.
1312. 5,0 м/с.
1313. 170 Гц (с точностью до десятков).
1314. 340 Гц.
1315.  $f = \frac{v}{4l}$  (где  $v$  — скорость звука, а  $l$  — длина пробирки).
1316. Столб воздуха в сосуде совершает звуковые колебания. Чем короче столб, тем больше высота тона.
1317. Резонансное усиление слабых звуков.
1318.  $56 \pm 2$  см;  $340 \pm 20$  м/с.
1319. Длинные волны дифрагируют сильнее, чем короткие.
1320. Искрение контактов выключателя — причина возникновения электромагнитных волн различной длины.
1321. Электрические разряды, возникающие при работе этих приборов, создают электромагнитные волны — помехи.
1322. В рентгеновских установках нет излучателей радиоволн; в современных тракторах установлен двигатель типа «дизель», в котором нет искрового зажигания.
1323. За  $\approx 0,83$  мкс.
1324. 1,5 мкс.
1325. 2,00 м.
1326. 500 кГц.
1327. 100—210 м.
1328.  $1,2 \cdot 10^8$  м.
1329. 13 600.
1330. Увеличить произведение  $C_2L_2$  в 2 раза.
1331. 1. Нет. 2. Да, вследствие резонанса.
1332. Менялась амплитуда тока, так как изменялась сила звука; менялась частота тока, так как изменялась высота тона звука.
1333. Нет, так как крыша будет экранировать антенну от радиоволн.
1334. Кастрюля экранирует приемник, так как радиоволны отражаются от проводников.
1335. Токи в двух половинах петли направлены в противоположные стороны. Поля, создаваемые этими токами, противоположны по фазе и гасят друг друга (интерференция).
1336. Короткие волны не огибают гор; за ними образуются «зоны молчания».
1337. 30 км.
1338.  $\approx 3,8 \cdot 10^6$  км;  $\approx 23 \cdot 10^6$  км.
1339. 75 км.

1340. 150 км.
1341. Шкала от 0 до 600 км; примерный масштаб 1 см — 30 км.
1342. Телецентры работают на ультракоротких волнах ( $\lambda < 10$  м). Эти волны почти не дифрагируют (не огибают кривизну поверхности Земли).
1343. 800.
1344. 4.
1345.  $\approx 4,4$  км/с.
1346. 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.
1347. Тем, что свет падает на пылинки, отражающие его по всевозможным направлениям. Очистить воздух от пыли.
1350. От расстояния между источником света и предметом, а также от расстояния предмета до экрана.
1351. Солнечное затмение.
1352. 525 м.
1353. Не сказывается (закон независимости волн).
1354. 6280 лм.
1355. 400 кд.
1356.  $\approx 1,3 \cdot 10^6$  лм.
1357. 4 лк; нет.
1358.  $\approx 1,4$  м.
1359. 500 кд.
1360. На расстоянии  $\approx 0,33$  м от первого источника.
1361.  $\approx 2,3$  раза.
1362.  $3 \cdot 10^{16}$  м.
1364. Влияет значение угла падения лучей.
1365.  $\approx 0,90$  лк.
1366. Под каждой из ламп освещенность больше.
1367.  $60^\circ$ ; 1,0 м.
1369. На высоте  $\approx 0,70$  м.
1370. В точке В освещенность в 1,4 раза больше, чем в точке А.
1373. Под углом  $24^\circ$  или  $66^\circ$  относительно горизонта. Отраженный луч может быть направлен в плоскости падения в любое из двух противоположных горизонтальных направлений.
1374. Соответственно такими же.
1375. Свет, проникающий в окна, после многократного отражения внутри помещения оказывается поглощенным и обратно на улицу почти не выходит.
1377. 10 м. Увеличится до 14 м.
1378. Толщина стекла приблизительно равна половине видимого расстояния между концом пальца и его изображением.
1379. Читать изображение таблицы в плоском зеркале.
1380. 72 см.
1381. 24 см;  $\infty$ .
1382. В главном фокусе зеркала; выше главного фокуса.
1383. Зеркало — осветитель; сквозь отверстие врач смотрит.
1385. Изображение свечи станет уменьшенным.
1386. Поверхность зеркала не идеально плоская (есть вогнутости и выпуклости), что и искажает изображение.
1387. Изображение задней стенки зуба мнимое, прямое, увеличенное. Чтобы зеркало во рту не запотевало.
1388. Выпуклое; в нем водитель видит, что делается сзади.
1389. Водитель видит в зеркале транспорт, идущий по пересекающей улице.
1392. Свет лишь частично отражается от воды; значительная его часть проникает в воду.
1394.  $\approx 1,9$ .
1395. 1.  $\approx 19^\circ$ . 2.  $\approx 63^\circ$ ; 3.  $\approx 22^\circ$ . 4.  $\approx 32^\circ$ .
1396. Одинаковы показатели преломления.

1397. Нет, так как угол падения равен нулю.
1398.  $\alpha = \arctg n$  (где  $n$  — относительный показатель преломления).
1399.  $\approx 50^\circ$ .
1400.  $\approx 1,15$ .
1401.  $0,985$ ;  $\approx 1,02$ .
1402.  $1,56 \pm 0,06$ .
1403.  $\approx 1,7$  м;  $\approx 3,4$  м.
1404. 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.
1405.  $\approx 41^\circ$ .
1406. Да; нет.
1407.  $\approx 24^\circ$ ;  $\approx 42^\circ$ .
1408.  $\approx 1,4$ .
1409. Часть лучей полностью отразится на границе стекло—воздух и, попав на слой люминофора, вызовет его ненужное свечение — ореол.
1410. Вследствие явления полного отражения.
1411.  $\approx 3$  см.
1412. 20 мм.
1414. Например, при прохождении света сквозь полую призму, находящуюся в воде.
1415. Нет, так как при любом угле падения луча на боковую грань угол падения на другую грань оказывается больше предельного угла полного отражения.
1417.  $1,5^\circ$ .
- 1418\*.  $\approx 42^\circ$ ;  $23^\circ$ .
1420. Фокусное расстояние приблизительно равно расстоянию между линзой и изображением.
1421. Капельки воды как линзы сфокусируют солнечные лучи и листья получают ожоги.
1422.  $\approx +7,7$  дптр;  $\approx +11$  дптр;  $\approx -11$  дптр.
1423.  $0,20$  м;  $\approx -0,29$  м.
1427. Линза дает обратное изображение; Луна — в 1-й четверти (ранняя).
1428. Лучи от каждой точки предмета параллельным пучком. Глаз собирает часть каждого такого пучка в одну точку на сетчатке, и мы видим предмет.
1431. При условии, что расстояние до линзы  $d < F$ . Да, если посмотреть в линзу, как в лупу. Нет, так как отсутствует действительное изображение.
1432. Одно; ни одного; ни одного.
1433. Во всех случаях сместится в противоположном направлении.
1434. Изображение останется действительным, обратным, но увеличение изменится:  $\Gamma_2 = \frac{1}{\Gamma_1}$ .
1435. 10 дптр; 10 см; 2.
1436. 90 см; 10 см.
1437.  $4/3 F$ ;  $2F$ ;  $3F$ ;  $\infty$ ;  $-F$ ;  $-1/9 F$ .
1438.  $\approx 5,5$  см.
1439. Предмет — на расстоянии 15,6 см перед линзой, а экран — на расстоянии 78,0 см за линзой.
1440. 24 см.
1441. 80 см; 60 см; 120 см.
1442.  $4/3 F < d < 3/2 F$ .
1443. На расстоянии  $F_1 + F_2$ .
1444. 20 см.
1445.  $7,25 \pm 0,75$  см.
1447. Нет, так как действительного изображения пылинок не получится ( $d < F$ ).
1448. С расстояния 1,8 м.
1449.  $\approx 25$  см.
1450.  $\approx 20$  м.
1451.  $\approx 140$  м.
1452. 6,3 м.
1453. При нормальном зрении на 12,5 см.
1454. 1,0 мм.
1455. Размеры окна обеспечивают определенный угол зрения. Дом рассматривается под меньшим углом зрения, поэтому он и виден в окне.

1456. Чем дальше предмет, тем под меньшим углом зрения он рассматривается.
1457.  $\approx 880$  м.
1458.  $\approx 3$  тыс. км.
1459. Нужно посмотреть через очки, как через лупу; если увеличивают — для дальнозорких, а если уменьшают — для близоруких.
1460. В этом случае в зрачок проходят лишь центральные лучи, не дающие размытого изображения.
1461. —2,3 дптр.
1462.  $6\times$ .
1463.  $2,5\times$ ,  $25\times$ .
1464. 2,5 см.
1465. Получается большое поле зрения.
1466. Так как показатели преломления воды и стекла почти одинаковы, то увеличение получается незначительным.
1467. На расстоянии 60 см.
1468.  $360\times$ ;  $900\times$ ;  $1350\times$ .
1468. 9 мм.
1470. Возможны оба варианта.
1471. Близорукий вниз, дальнозоркий вверх.
1472.  $\approx 313 \cdot 10^3$  км/с.
1473.  $\approx 8,3$  мин;  $\approx 1,3$  с.
1474.  $\approx 5,9 \cdot 10^9$  км.
1475. 27 км.
1476. Во льду.
1477. 2,42.
1478.  $2,00 \cdot 10^8$  м/с.
1479. Сначала появилась красная часть спектра, затем оранжевая и т. д.
1480. 225 400 км/с; 223 400 км/с.
1481.  $\approx 1,135$ .
1482. Снег почти все световые волны отражает; листья отражают зеленый, а флаг — красный свет. Сажа все волны поглощает.
1483. Различный цвет сигналов достигается наличием различных светофильтров.
1484. Черный.
1485. Потому, что при съемке цветного фильма необходимо освещение, в котором были бы представлены все части спектра; для черно-белого в этом нет надобности.
1486. Атмосфера Земли рассеивает световые волны голубой части спектра. У Луны нет атмосферы.
1487. Нет.
1488.  $\approx 1,7$  см.
1489. 1), 2) ослабление, 3) усиление.
1490. Усиление.
1493. 600 нм.
1494.  $h = \frac{\lambda I}{2\Delta I}$ .
1495. а) Фиолетовому, б) красному, в) желтому.
1496.  $\approx 3,8 \cdot 10^{14}$  Гц.
1497. 400 нм; фиолетовая.
1498.  $\approx 579$  нм; нет.
1499. 579 нм.
1500.  $1,81 \cdot 10^6$  —  $1,79 \cdot 10^6$  км/с.
1501. Размеры колонны сравнимы с длиной звуковых волн, поэтому они огибают колонну; играет роль и отражение звука от стен и потолка. Световые волны не огибают колонну.
1502. Пределом является диафрагма такого размера, при котором возникает дифракция.
1503. При размерах менее 0,3 мкм, сравнимых с длиной световых волн, возникает дифракция света.
- 1504, 1505, 1506. Явление интерференции при дифракции света.
- 1507, 1508. Эффект дифракционной решетки в отраженном свете.
1509. 0,4 мкм.
1510.  $\approx 20,0$  мкм.
1511.  $1,64 \cdot 10^{-3}$  мм;  $\approx 10$  мм<sup>-1</sup>.
1512.  $\approx 900$  нм.
1513. Нет, так как звуковые волны продольные.
1514. Смотреть на поверхность пруда через поляриод.

1515. Зеленая; красная. Вагон в покое или равномерном движении. Нет.
1516. Нет.
1517. Нет.
1518. Да, одинаков во всех трех случаях.
1519. Скорость звука (как и скорость света) не зависит от скорости источника. Поэтому: 1) пуля; 2) одновременно; 3) звук.
1520. Нет.
1521.  $\approx 2,6 \cdot 10^8$  м/с.
1522.  $\approx 47,5$  лет.
1523.  $\approx 71$  год.
1524. Приблизительно в 5 раз.
1525. Нет.
1526. 0,8 м.
1527.  $\approx 255\,000$  км/с = 0,85 с.
1529. 1)  $\approx 0,9$  с; 2) 0,8 с; 3) с.
1530. 1) 0,125 с; 2)  $\approx 0,31$  с; 3) с; 4) Неопределенность; нельзя связывать систему отсчета с лучом света.
1531. 5400 км/ч в обоих случаях.
1532. 0,96 с.
1533. 0,63 с.
1534. 2,4 м.
1535.  $\approx 2,8 \cdot 10^{-27}$  кг.
1536.  $\approx 2,6 \cdot 10^8$  м/с.
1537.  $2,05 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.
1538.  $\approx 0,51$  МэВ.
1539.  $\approx 8,0$  нг.
1540.  $\approx 1$  г.
1541.  $\approx 4 \cdot 10^6$  т.
1542.  $\approx 6,4 \cdot 10^{-12}$  кг; нет.
1543. 2,0%.
1544. 9,8 лм/Вт;  $\approx 43$  лм/Вт; вторая,  $\approx 4$  раза.
1545. Явление флюоресценции.
1546. Одни кадры изображения накладывались бы на другие.
1547. Сплошной спектр; окрашенные края листа бумаги.
1548. От неоновой лампы и лампы дневного света — линейчатый, в остальных случаях — сплошной.
1549. Линейчатые спектры тех металлов, из которых изготовлены проволоки.
1550. В противном случае пары натрия сами дали бы линию такой же (или даже большей) яркости, как и источник.
1551. Для того, чтобы инфракрасное излучение отражалось.
1552. Возможны расхождения вследствие различной степени поглощения солнечной радиации.
1553. В печах изделия прогреваются целиком, на всю глубину; причем неравномерно, что приводит к деформациям и даже поломкам. Инфракрасная сушка происходит лишь на поверхности изделий, так как глубина этого проникновения излучения невелика.
1554. Прозрачны.
1555. Вредно для зрения. Стекло не пропускает ультрафиолетового, а темное стекло и яркого видимого излучения пламени.
1556. В отличие от обычного стекла кварцевое стекло прозрачно для ультрафиолетового излучения.
1557. Возникает, но столь слабое, что поглощается стеклом трубки.
1558. В ионизированных слоях атмосферы быстро движущиеся электроны и ионы наносят удары по стенкам движущихся объектов, благодаря чему возникает рентгеновское излучение.
1559.  $8,0 \cdot 10^{-15}$  Дж.
1560.  $\approx 30$  кВ.
1561. Нет.  $d_1 = d \cos \alpha$ .
1562. Медь, как более плотное вещество.
1563. Свинец поглощает рентгеновское излучение.
1564. Свинец предохраняет пленку от засвечивания вообще, а алюминий — от светового излучения, но не рентгеновского.
1565. Рентгеновский снимок (негатив).
1566. Плюс.
1567.  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Дж.
1568.  $\approx 5,9 \cdot 10^8$  м/с.

1569.  $\approx 1,7$  эВ;  $\approx 3,1$  эВ.  
 1570.  $\approx 4$  эВ. Нет; да; нет.  
 1571.  $\approx 7,5 \cdot 10^{14}$  Гц.  
 1572. 1 : 1,5 : 2.  
 1573.  $\approx 1,2$  МэВ; энергия фотона рентгеновского излучения приблизительно в полмиллиона раз больше.  
 1574.  $\approx 420$  нм; фиолетовый свет.  
 1575.  $6,6 \cdot 10^{-26}$  Дж;  $\approx 1,5 \cdot 10^{26}$  с<sup>-1</sup>.  
 1576. Часть энергии поглощенных фотонов превращается во внутреннюю энергию люминесцирующего вещества.  
 1577. Нет; да.  
 1578. Частота ультрафиолетового излучения трансформируется в частоту колебаний видимого света.  
 1579.  $\approx 1 \cdot 10^{19}$  с<sup>-1</sup>.  
 1580.  $\approx 2,6 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $\approx 1,7 \cdot 10^{-14}$  Дж;  $\approx 3,8 \cdot 10^{20}$ ;  $\approx 5,9 \cdot 10^{16}$ . Волновые — в первом, квантовые — во втором.  
 1581.  $\approx 6$  с<sup>-1</sup>.  
 1582.  $\approx 0,025$  нм.  
 1583.  $\approx 1,2$  кВ.  
 1584. 2,0 эВ.  
 1585.  $\approx 4,0 \cdot 10^{-19}$  Дж.  
 1586.  $\approx 650$  нм; 200 им.  
 1587. Серебра ( $A = 4,74$  эВ).  
 1588.  $\approx 2,5$  эВ;  $\approx 8,8 \cdot 10^6$  м/с.  
 1589.  $1,6 \cdot 10^9$  м/с.  
 1590.  $\approx 330$  нм.  
 1591. Положительный;  $\approx 0,83$  нм; изменится весьма незначительно, так как работа выхода для разных металлов мала по сравнению с энергией квантов рентгеновского излучения.  
 1592. Точке  $D$ . Работу выхода  $A$  изображает отрезок  $OC$ ; поэтому  

$$h = \frac{A}{\nu} = \frac{OC}{OD} = \text{tg } \widehat{ODC}.$$
  
 1593.  $\approx 3,2 \cdot 10^{-36}$  кг;  $\approx 8,8 \cdot 10^{-34}$  кг.  
 1594.  $\approx 4,1 \cdot 10^{-26}$  Н·с.  
 1595.  $\approx 5,3 \cdot 10^{-26}$  Н·с;  $\approx 1,2$  мкм.  
 1596.  $\approx 13$  км/с.  
 1597.  $\approx 0,51$  МэВ.  
 1598.  $\approx 2,4 \cdot 10^{-6}$  мкм.  
 1599.  $\approx 170$  мкА/лм;  $\approx 18$  лм.  
 1602. Хвост кометы отбрасывается силой светового солнечного давления. Эта сила увеличивается по мере приближения кометы к Солнцу; увеличивается при этом и длина хвоста.  
 1603. У моря, помимо прямого, действует и рассеянное морем излучение. В горах излучение менее ослаблено земной атмосферой.  
 1604. Чтобы избежать фотохимических реакций, при которых реактивы портятся.  
 1605. Фотобумага под синим стеклом потемнеет. Эффект обнаруживается без проявления бумаги.  
 1606. В 2 раза.  
 1607.  $3,03 \cdot 10^{-19}$  Дж.  
 1608. Красная ( $\approx 660$  нм).  
 1609.  $2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж.  
 1610. Оранжевый;  $\approx 606$  нм.  
 1611. Чем меньше  $R$  и емкость схемы  $C$ , тем меньше длится импульс тока и быстрее восстанавливается готовность счетчика к приему новых сигналов.  
 1612. Левый трек принадлежит положительно заряженной частице, правый — отрицательно заряженной. Масса частицы, соответствующей левому треку, больше (трек толще).  
 1613. Снизу вверх, так как радиус кривизны трека меньше наверху.  
 1614. Нет, так как, двигаясь даже со световой скоростью, она пройдет путь  $3,10^{-13}$  см (меньший размеров ядра).  
 1615. Вследствие уменьшения скорости электрона (в соответствии с формулой  $R = \frac{mv}{qB}$ ).  
 1616.  $\approx 2,4 \cdot 10^6$ .  
 1617.  $\alpha$ -частица, имея большую массу и заряд, чем электрон, в большей степени ионизирует среду и поэтому быстрее теряет скорость.

1618.  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения;  $\alpha$ -частицы имеют в воздухе длину свободного пробега менее 10 см.
1619.  $\approx 0,05$  мм. Для того, чтобы пройти пленку, частица обладала еще энергией.
1620.  $\approx 6,7 \cdot 10^{-24}$  г.
1621.  $\approx 7,1$  г; 5,0 г; 3,6 г; 2,5 г. Через 20 сут.
1622. 25 500 лет.
1623. Атомная масса и порядковый номер уменьшается на единицу; атомная масса уменьшается на 4 единицы, атомный номер — на 2 единицы.
1625. а) Азот; б) сурьма; в) менделевий.
1627. В  $10^{13}$  раз.
1628. 0,00857 а. е. м.; 0,04212 а.е.м.
1629.  $\approx 28,0$  МэВ;  $\approx 1800$  МэВ.
1630. Порядка  $10^6$  раз.
1631.  $\approx 5,0$  МэВ; 7,5 МэВ; 10,0 МэВ.
1632.  $\alpha$ -частица; протон; нейтрон.
1633. Это противоречило бы закону сохранения импульса.
1634. Из-за отсутствия у нейтронов заряда.
1635. 1)  ${}^3_2\text{He}$ ; 2)  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ ; 3)  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ ; 4)  ${}^1_1\text{p}$ ;  ${}^{55}_{26}\text{Fe}$ .
1636. Альфа-частицы;  ${}^1_5\text{B} + {}^1_1\text{p} \rightarrow 3 {}^4_2\text{He}$ .
1637.  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{p}$ .
1638. Реакция требует большой затраты энергии.
1639. Освобождается; поглощается; поглощается; освобождается.
1640.  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0\text{n}$ .
1641. Изотопа рубидия  ${}^{95}_{37}\text{Rb}$ .
1642.  $\approx 6,26 \cdot 10^9$  км/с.
1643.  $\approx 200$  МэВ.
1644. 100%;  $\approx 15\%$ ;  $\approx 96\%$ . Замедлителем может служить вещество с малой массой ядер.
1645.  $\approx 3300$  см<sup>3</sup>;  $\approx 19$  см.
1646.  $\approx 5 \cdot 10^{12}$  Дж;  $\approx 5 \cdot 10^{12}$  МВт.
1647.  $\approx 3 \cdot 10^{10}$  с<sup>-1</sup>.
1648.  $\approx 31$  г.
1649.  $\approx 964$  кг. Ядерного горючего требуется по массе приблизительно в миллион раз меньше, чем угля.
1650.  $\approx 8,9 \cdot 10^{12}$  кВт·ч.
1651. См. периодическую систему элементов.
1652.  $\frac{1}{6}$ .
1653. Интенсивность излучения обратно пропорциональна квадрату расстояния.
1654. У протона трек толще и короче.
1655.  $e^+$ ;  $e^-$ ;  $e^-$ .
1657.  $\approx 0,75$  МэВ;  $\approx 0,0017$  нм.
1658. 1,0 МэВ.
1660. Одновременно с  $\beta$ -частицей из ядра вылетает нейтрино, и энергия между ними может распределяться различным образом.
1661. Для превращения в нейтрон протон должен получить дополнительно энергию. В ядре он ее получает от соседних частиц.
1662. Превращение  $n \rightarrow p$  приведет к захвату «блуждающего» электрона; обратное превращение — к уходу из оболочки одного электрона.
1663. Первая реакция протекает самопроизвольно, а вторая — с поглощением энергии; в целом энергия балансируется. Соблюдаются и все другие законы сохранения.
1665. Нет.
1666. Лыдины по инерции движутся прямолинейно.
1667. Ускорение, сообщаемое силой встречного сопротивления воздуха, обратно пропорционально массе вагона.
1668. Взаимодействие зарядов, а также магнитов и пр.
1669. Не являются.
1670. Равенства между векторами  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $k\vec{N}$  не может быть, так как они неодинаково направлены.
1671. 1), 2) положительная; 3) нуле-

- вая; 4), 5) отрицательная.
1672. С увеличением скорости в 2 раза сила сопротивления увеличится в 4 раза. Поэтому согласно формуле  $N = Fv$  мощность нужно увеличить в 8 раз.
1673. В начальной и конечной точках параболы — наибольшие значения, а в вершине параболы — наименьшее значение (согласно формуле  $N = Fv_{\text{верт}}$ ).
1674. В кинетическую. При приближении к Солнцу Земля движется с большей скоростью.
1676. 1) Уменьшении скорости молекул; 2) перемешивании молекул газов; 3) превращении колебательно-поступательного движения молекул в колебательное; 4) увеличении среднего межатомного расстояния в направлении растяжения; 5) разрушении кристаллической решетки и перемешивании ионов натрия и хлора молекулами воды.
1677. Вследствие адиабатического расширения.
1678. Испарение и конденсация воды.
1679. Нет. Вода не будет выливаться с верхнего конца трубки (препятствуют силы поверхностного натяжения).
1680. На старте  $h_1 = \frac{2\sigma}{\rho g_0 R_0}$ ; при ускоренном подъеме  $h_2 = \frac{2\sigma}{\rho(g+a)R}$ ; в состоянии невесомости  $h \rightarrow \infty$  (вода заполнит весь капилляр).
1682. Нет. Заряд молниевывода, наведенный по индукции заряженной тучей, стекает с острия и разряжает тучу, из-за чего грозовой разряд становится невозможным.
1683. 12 мин. Расход электроэнергии будет одинаковым, так как производилась одинаковая работа (доведение воды до кипения), но мощность будет различной.
1684. Да, по часовой стрелке на  $90^\circ$ .
1685. Поляризация; возникнет индукционный ток; возникнет длительный индукционный ток.
1687. Покрывает не получится.
1690. В точке совмещения оптического центра зеркала и главного фокуса линзы.
1691. Стекло пропускает, бумага отражает, а воздух рассеивает синий свет.
1692. Свет длинноволновой части спектра меньше рассеивается на капельках тумана, огибая их (дифракция).
1693. Нет (поглощается стеклом).
1696. 1,8; 2,7; 3,4; 3,5 см/с; 2,3; 0 см/с<sup>2</sup>. Потому что с этого момента равнодействующая сил равна нулю.
1699. 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.
1701. а) Ток в металле; б) несамостоятельный разряд в газе; в) самостоятельный и самостоятельный разряды в газе.
1702. В смеси 3.
1703. Центростремительное ускорение больше ускорения свободного падения.
1704. Ускорение стакана не зависит от его массы:  $a = \frac{F_{\text{тр}}}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$ .
1705. Удерживают силы поверхностного натяжения.
1711. 8 м/с.
1712. 136 м.
1713.  $t = \frac{2lv}{v^2 - u^2}$ . С увеличением скорости течения время увеличивается.
1714.  $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2} = 0,7$  м/с.
1715. 0,50 м/с<sup>2</sup>; 125 м; 125 м; 0,50 кН;  $5 \cdot 10^8$  кг·м/с; 63 кДж; 63 кДж; 6,3 кВт.

1717.  $\approx 3,2 \cdot 10^{14}$  м/с<sup>2</sup>;  $8,0 \cdot 10^8$  м/с;  
 $2,5 \cdot 10^{-8}$  с.
1718. В конце 1-й и 3-й секунд.
1719. 1) 5,0 с; 2)  $\approx 5,5$  с; 3)  $\approx 4,5$  с.
1720. 15 м; 2,0 с; 20 м; 4,0 с; 20 м/с.
1721.  $\approx 123$  м.
1722.  $\omega = (2 - 3t^2)$ ,  $V = 10(2 - 3t^2)$   
(где угловая скорость выражена  
в радианах в секунду, а ок-  
ружная скорость — в сантимет-  
рах в секунду).
1723.  $\approx 2 \cdot 10^6$  м/с;  $8 \cdot 10^{23}$  м/с<sup>2</sup>.
1724. 2 кН.
1725. 0,056 Н.
1726.  $2 \cdot 10^{30}$  кг.
1727. На высоте 60 см от основания  
цилиндра.
1728.  $\approx 4,5$  м/с,  $\approx 6,3$  м/с,  $\approx 6,3$  м/с;  
1,8 с; 6,0 м.
1729.  $\approx 2,0$  м/с<sup>2</sup>.
1730.  $\approx 0,26$  МН.
1731. При угле  $\alpha = \arctg \mu$ .
1732. 45°.
1733. 150 Дж.
1734.  $\approx 31$  м/с.
1735. 10 г; 800 м/с.
1736.  $\approx 31^\circ\text{C}$ .
1737. 140 сут.
1738. На  $22,6 \cdot 10^8$  Дж.
1739. 8 кг.
1740.  $3 \cdot 10^{19}$  см<sup>-3</sup>.
1741.  $\approx 6$ .
1742.  $0,54$  см<sup>2</sup>;  $\approx 1,0$  см<sup>3</sup>.
1743.  $\approx 3$ .
1744.  $\approx 25$  мин.
1745.  $\approx 2$  км/с.
1746. От А к В. Плюс.
1747.  $5/6$  г.
1748. 2,4 В; 1,0 Ом.
1750.  $\approx 3 \cdot 10^7$  м/с;  $2 \cdot 10^{-9}$  с;  $\approx 0,4$  мм.
1751.  $\approx 1,7 \cdot 10^7$  м/с.
1752. 3 А; 10 В.
1753. 0,5 м/с.
1754.  $\mathcal{E} = -330 \cdot \cos 100 \pi t$ .
1755. 14 с.
1756.  $\approx 380$  А.
1757.  $\approx 3,0$  кН.
1758.  $\approx 9$  кН.
1759.  $\approx 7,9$  см/с;  $\approx 12$  см/с<sup>2</sup>.
1760.  $\approx 14$  см/с.
1761. 0; 2 м/с; 0.
1762. Увеличилась в  $\approx 6$  раз.
1764. 2,7,5 см.
1765. 0,002 с.
1766.  $4,8 \cdot 10^4$  К.
1767.  $2,12 \cdot 10^4$  м/с.
1768.  $\approx 10^\circ\text{C}$ .
1769. 0,63 с.

**I. МЕХАНИКА**

**Кинематика**

1. Общие сведения о движении . . . . .	3
2. Прямолинейное неравномерное движение . . . . .	7
3. Криволинейное движение . . . . .	16

**Динамика**

4. Законы движения . . . . .	18
5. Силы природы . . . . .	22
6. Применение законов движения . . . . .	26

**Равновесие сил**

7. Элементы статики . . . . .	33
-------------------------------	----

**Законы сохранения в механике**

8. Закон сохранения импульса . . . . .	40
9. Механическая работа и энергия . . . . .	42
10. Закон сохранения полной механической энергии . . . . .	46

**II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории . . . . .	52
2. Макроскопические параметры. Газовые законы . . . . .	53
3. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа . . . . .	58
4. Первый закон термодинамики . . . . .	60
5. Взаимные превращения жидкостей и газов . . . . .	65
6. Поверхностное натяжение жидкостей . . . . .	67
7. Твердые тела, их свойства . . . . .	68
8. Тепловое расширение тел . . . . .	71

**III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

1. Электростатика . . . . .	73
2. Постоянный электрический ток . . . . .	82
3. Электрический ток в различных средах . . . . .	89
4. Магнитное поле токов . . . . .	95
5. Электромагнитная индукция . . . . .	99
6. Магнитные свойства вещества . . . . .	103

#### **IV. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

1. Механические колебания . . . . .	105
2. Электрические колебания . . . . .	109
3. Производство, передача и использование электрической энергии . . . . .	114
4. Механические волны. Звук. . . . .	116
5. Электромагнитные волны . . . . .	121

#### **V. ОПТИКА**

1. Геометрическая оптика . . . . .	123
2. Световые волны . . . . .	132
3. Основы теории относительности . . . . .	135
4. Излучение и спектры . . . . .	137
5. Световые кванты. Действия света . . . . .	139

#### **VI. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

1. Атомная физика . . . . .	142
2. Физика атомного ядра . . . . .	—
3. Элементарные частицы . . . . .	146

#### **VII. ЗАДАЧИ НА ПОВТОРЕНИЕ**

Приложения . . . . .	158
Ответы . . . . .	174

**Венедикт Порфирьевич Демкович**  
**Лидия Петровна Демкович**

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ**

**для 8—10 классов средней школы**

Редактор Г. Р. Лисенкер  
Художественный редактор В. М. Прокофьев  
Технические редакторы С. Н. Терехова, В. В. Новоселова  
Корректоры К. А. Иванова, В. Г. Соловьева

ИБ № 3345

Сдано в набор 31.03.80. Подписано к печати 24.10.80. 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. типограф. № 2. Гарнит. литер. Печать высокая. Усл. печ. л. 13,0. Уч.-изд. л. 12,88. Тираж 1350000 экз. Заказ 362. Цена 50 коп.

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

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавополиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Саратов, ул. Чернышевского, 59.

**Демкович В. П., Демкович Л. П.**  
Д 30 Сборник задач по физике для 8 — 10 классов средней школы.: Пособие для учащихся. — 5-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1981. — 206 с., ил.

В книге содержатся задачи всех видов (вычислительные, качественные, экспериментальные и графические), которые учащиеся VIII, IX и X классов могут решать в классе и дома, а учителя — использовать в контрольных работах и экзаменационных билетах. В конце книги имеется повторительный раздел. Ответы на вычислительные задачи даны с точностью, определяемой методом подсчета цифр.

Нумерация задач по сравнению с предыдущими изданиями изменена.

Д  $\frac{60501-207}{103(03)-81}$  инф. письмо 4306011100

ББК 74.265.1  
53

50 коп.

