

● СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ●

СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ



*П. А. РЫМКЕВИЧ, Ф. С. ЕМЕЛЬЯНОВ,
А. П. РЫМКЕВИЧ*

СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

ДЛЯ СТАРШИХ КЛАССОВ
СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Под редакцией

проф. П. А. Рымкевича

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПРОСВЕЩЕНИЕ“
МОСКВА • 1964

Рекомендован к изданию Учебно-методическим советом Министерства просвещения РСФСР.

Главы 1—6 и 8 сборника составлены доцентом *А. П. Рымкевичем*, главы 7, 9—14 и 20—23 — профессором *П. А. Рымкевичем*, главы 15—19 — преподавателем *Ф. С. Емельяновым*.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

МЕХАНИКА

Глава I

РАВНОПЕРЕМЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

§ 1. Сложение равномерных движений

1. Скорость мотоциклиста 72 км/ч , а скорость встречного ветра 8 м/сек . Какова скорость ветра относительно мотоциклиста?

2. Эскалатор метро движется со скоростью $0,8 \text{ м/сек}$. Найти время, за которое пассажир переместится на расстояние 60 м , если он сам идет в направлении движения со скоростью $1,2 \text{ м/сек}$.

3. Гусеничный трактор движется со скоростью 9 км/ч . Какова скорость гусеницы относительно земли в верхней и нижней частях?

4. В течение какого времени поезд длиной 300 м , следуя со скоростью 75 км/ч , пройдет мимо пассажира, находящегося во встречном поезде, который движется со скоростью 54 км/ч ?

5. Моторная лодка, двигаясь равномерно, проходит против течения расстояние 18 км за $1,5 \text{ ч}$. Во сколько времени пройдет она этот путь обратно, если скорость течения 3 км/ч ?

6. Пароход проходит по течению реки путь 80 км за 4 ч , а против течения 75 км за 5 ч . Определить скорость парохода в стоячей воде и скорость течения реки.

7. Расстояние 2 км необходимо проехать на лодке туда и обратно один раз по реке, скорость течения которой $1,2 \text{ м/сек}$, другой раз по озеру. Скорость лодки в стоячей воде 2 м/сек . Какое время потребуется в каждом случае?

8. Колонна пионеров во время похода движется со скоростью 5 км/ч , растянувшись по дороге на расстояние 400 м . Пионервожатый, находящийся в конце колонны, посылает велосипедиста с поручением главному отряду. Велосипедист отправляется и едет со скоростью 15 км/ч . Выполнив поручение, он сразу же возвращается обратно с той же скоростью. Через сколько времени после получения поручения он вернулся обратно?

9. Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/сек за грузовым автомобилем, скорость которого $16,5 \text{ м/сек}$. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля видел встречный междугородный автобус, движущийся со скоростью 25 м/сек . При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начинать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди грузовой на 20 м ? Почему водитель может начинать обгон лишь при достаточном удалении встречных машин?

10. Скорость продольной подачи резца токарного станка 15 см/мин , а поперечной подачи 8 см/мин . Какова результирующая скорость резца относительно корпуса станка?

Указание. Эту и следующие задачи можно решать графически.

11. Подъемный кран за $0,5 \text{ мин}$ поднимает груз на высоту 15 м , при этом сам кран передвигается по рельсам со скоростью 20 м/мин . Какова скорость перемещения груза (в м/мин) относительно земли?

12. Вертолет летит на север со скоростью 80 км/ч . С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует сильный западный ветер со скоростью 10 м/сек ?

13. Моторная лодка, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 18 км/ч . Скорость течения реки $4,5 \text{ км/ч}$. На сколько метров лодка будет снесена течением, если ширина реки 400 м ?

14. На токарном станке вытачивают деталь в форме усеченного конуса (рис. 1). Какова должна быть скорость поперечной подачи резца, если скорость продольной подачи 25 см/мин ? Размеры детали (в мм) указаны на рисунке.

15. Скорость движения ленты строительного транспортера $1,8 \text{ м/сек}$. С какой скоростью перемещаются строительные материалы в вертикальном и горизонтальном направлении, если лента наклонена под углом 30° к горизонту?

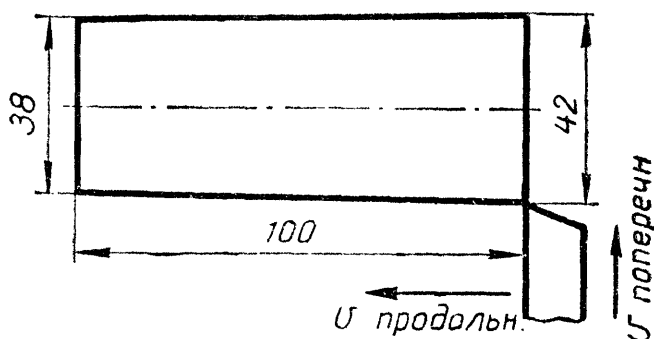


Рис. 1.

16. Вагонетка подъемно-канатной дороги движется со скоростью 2 м/сек под углом 10° к горизонту. Через сколько времени вагонетка поднимется на высоту 5 м ?

17. Капли дождя, падающие отвесно, образуют на окне движущегося трамвая полосы под углом 30° к вертикальному направлению. Какова скорость падения капель, если скорость трамвая 18 км/ч ?

18. Самолет аэрофотосъемочной экспедиции держит курс на ССВ (северо-северо-восток) под углом 15° с направлением на север, но перемещается точно на север. Найти скорость восточного ветра, если скорость самолета при отсутствии ветра равна 90 км/ч .

19. Катер, имеющий в стоячей воде скорость движения 15 км/ч , должен переправиться через реку по кратчайшему пути. Какого курса относительно берега должен держаться катер при переправе, если скорость течения реки 5 км/ч ?

§ 2. Скорость в равнопеременном движении *

20. Как можно найти ускорение автобуса или легкового автомобиля во время разгона и при торможении, имея часы с секундной стрелкой и наблюдая показания спидометра?

* В задачах § 2 и 3 считать все движения происходящими с постоянным (средним) ускорением.

21. Через 15 сек после начала движения спидометр автобуса показал скорость движения 18 км/ч. С каким ускорением двигался автобус?

22. С каким ускорением двигался автомобиль, если за 8 сек скорость его увеличилась с 18 до 32,4 км/ч?

23. Почему при резком рывке и ударе развиваются очень большие (по абсолютной величине) ускорения?

24. Каково ускорение ударной части свайного молота, если ее скорость при ударе о сваю уменьшается от 5 м/сек до нуля за 0,1 сек?

25. Скорость снижения парашютиста после раскрытия парашюта изменилась от 60 до 5 м/сек за 1,1 сек. Найти ускорение парашютиста.

26. Максимальное ускорение троллейбуса 1,8 м/сек². Какую скорость он может развить за 5 сек от начала движения?

27. Космическая ракета начала движение с ускорением 60 м/сек². Какой скорости достигнет ракета через 1 мин?

28. Автомобиль, двигаясь при торможении с ускорением $-0,8$ м/сек², остановился через 5 сек после начала торможения. Какую скорость имел автомобиль перед началом торможения?

29. Скорость движения пассажирского лифта в здании МГУ равна 3,5 м/сек. В течение какого времени достигается эта скорость, если лифт движется с ускорением 3 м/сек²?

30. При ударе кузнечного молота по заготовке ускорение при торможении молота было -200 м/сек². Сколько времени длился удар, если начальная скорость молота была 10 м/сек?

31. Двигаясь по горизонтальному пути со скоростью 3 м/сек, велосипедист начинает спуск под уклон с ускорением 0,2 м/сек². Какую скорость он будет иметь через 0,5 мин после начала движения под уклон?

32. Перед началом движения под уклон поезд двигался со скоростью 36 км/ч и дальше стал двигаться с ускорением 5 см/сек². В конце уклона скорость поезда оказалась 16 м/сек. Сколько времени продолжалось движение под уклон?

33. Через 20 сек после отрыва от поверхности Земли самолет, двигаясь с ускорением 1 м/сек², достиг скорости 180 км/ч. Найти скорость самолета в момент отрыва.

34. В течение 10 сек поезд тормозит, уменьшая скорость до 18 км/ч. С каким ускорением двигался поезд при торможении, если средняя скорость за это время оказалась равной 27 км/ч?

35. Скорость поезда, движущегося на подъеме с ускорением $-0,1 \text{ м/сек}^2$, уменьшается от 54 до 32,4 км/ч. Определить время подъема.

36. Пользуясь графиком скорости (рис. 2), определите начальную скорость, скорости в начале третьей и в конце четвертой секунды. Вычислите ускорение.

$v \text{ (м/сек)}$

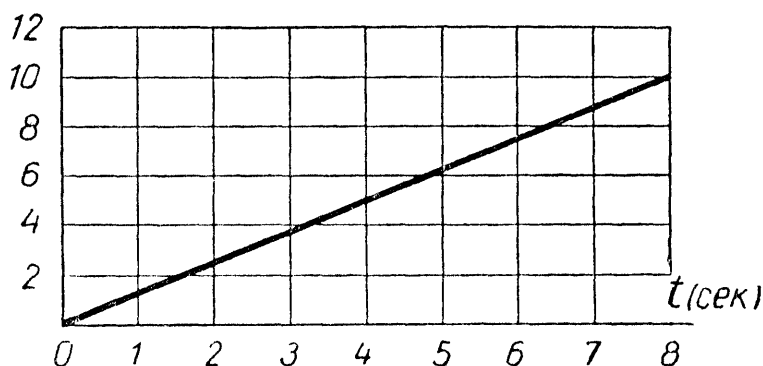


Рис. 2.

37. Скорость движения поезда на некотором участке пути задана выражением $v = 0,15 t \text{ (м/сек)}$. Постройте график скорости. Вычислите, через сколько времени ско-

$v \text{ (м/сек)}$

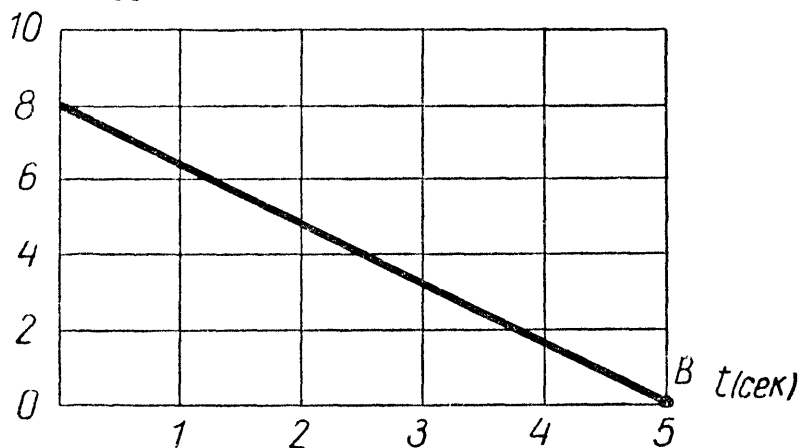


Рис. 3.

рость движения станет равной 18 км/ч. Полученный результат проверьте по графику.

38. На рисунке 3 изображен график скорости движения велосипедиста. Какое это движение? Чему равна

начальная скорость и ускорение движения? Какова скорость в момент времени, соответствующий точке *B*?

39. а) Графики скоростей каких движений изображены на рисунке 4?

б) Каковы начальные скорости второго и третьего движений?

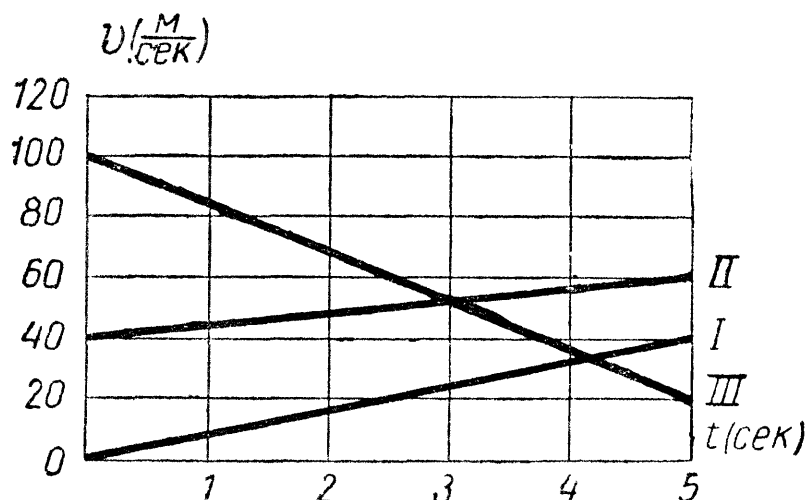


Рис. 4.

в) Какое из движений происходит с бóльшим ускорением (по абсолютной величине)?

г) Через сколько времени скорости *I* и *III*, *II* и *III* будут одинаковы? Каковы эти скорости?

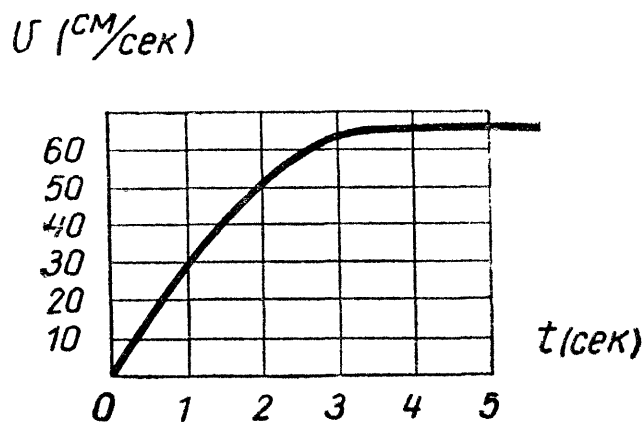


Рис. 5.

40. По графику, изображенному на рисунке 5, определите изменение скорости тела за первую, вторую и третью секунды. Опишите характер движения тела.

§ 3. Путь в равнопеременном движении

41. Электропоезд движется от остановки с ускорением $0,4 \text{ м/сек}^2$. Какой путь пройдет поезд за первые 10 сек?

42. При выполнении лабораторной работы ученик с помощью секундомера определил, что шарик скатывается с наклонного желоба длиной 2 м за 4 сек. С каким ускорением двигался шарик?

43. При движении с места автомобиль «Москвич» первые 200 м прошел за 20 сек, а легковой автомобиль ЗИЛ-110 — за 16 сек. Найти ускорения автомобилей, развиваемые на этом расстоянии.

44. Груз, поднимаемый краном, на первых двух сантиметрах пути двигался с ускорением 4 м/сек^2 . В дальнейшем его движение стало равномерным. Сколько времени продолжалось ускоренное движение и какая установилась постоянная скорость?

45. От остановки одновременно отходят трамвай и троллейбус. Ускорение троллейбуса в 2 раза больше, чем трамвая. Сравнить пути, пройденные трамваем и троллейбусом за одно и то же время.

46. За 4 сек от начала движения автомобиль проходит путь 10 м. Какой путь пройдет он за 8 сек?

47. Первый вагон поезда проходит мимо наблюдателя, находящегося в начале движения поезда против начала этого вагона, за 3 сек. За сколько времени пройдут мимо наблюдателя все 9 вагонов поезда?

48. Какой путь прошел самолет при разбеге, если за 10 сек он достиг взлетной скорости 72 км/ч ?

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

50. Первые 50 м пути с момента начала движения междугородный автобус ЗИЛ-127 прошел за 8 сек. В конце этого пути спидометр показывал скорость 50 км/ч . Вычислите приобретенную скорость и найдите отклонение (в %) вычисленной скорости от скорости, показанной прибором.

51. Прыгая с вышки, пловец погрузился в воду на глубину 2 м за $0,4 \text{ сек}$. С каким ускорением двигался пловец в воде?

52. При аварийном торможении автомобиль, двигающийся со скоростью 72 км/ч , остановился через 4 сек . Найдите ускорение и тормозной путь.

53. Уравнение движения тела $s = 0,6 t^2 \text{ (м)}$, где t выражено в сек . Каково ускорение тела при этом движении? Начертите график скорости и штриховкой покажите на нем площадь, численно равную пути, пройденному за первые 3 сек .

54. Реактивный самолет за 20 сек увеличил свою скорость с 180 до 220 м/сек . Какой путь он прошел за это время?

55. Какой путь прошел вагон, двигаясь 10 сек по сортировочной горке с ускорением $0,4 \text{ м/сек}^2$, если при подходе к ней он имел скорость 2 м/сек ?

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

57. Имея скорость 18 км/ч , автомобиль ЗИЛ-110 начал двигаться ускоренно и за 15 сек прошел 200 м . С каким ускорением двигался автомобиль? Какую скорость развил он в конце этого пути?

58. Скорость движения тела задана выражением $v = 2,5 + 0,2 t \text{ (м/сек)}$. Напишите уравнение пути и вычислите путь, пройденный за 20 сек .

59. Уравнение движения тела $s = 15 t + 0,4 t^2 \text{ (м)}$, где t выражено в сек . Каковы начальная скорость движения, ускорение и скорость тела в конце 15-й секунды.

60. Уравнение движения тела $s = 20t - 0,6t^2 \text{ (м)}$, где t выражено в сек . Каковы начальная скорость движения и ускорение? Через сколько времени тело остановится?

61. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 сек путь 340 м и развил при этом скорость 19 м/сек . С каким ускорением двигался поезд и какой была его скорость в начале уклона?

62. Максимальное ускорение автомобиля «Победа» на первой передаче равно $1,7$, на второй — $1,2$ и на третьей $0,6 \text{ м/сек}^2$. Какой скорости достиг автомобиль, если он из состояния покоя двигался 3 сек на первой передаче, затем 3 сек — на второй и далее 4 сек — на третьей? Время на переключение передач не учитывать. Какой путь прошел автомобиль за первые 10 сек движения?

63. Какую скорость приобретет ракета, движущаяся из состояния покоя с ускорением 60 м/сек^2 , на пути 750 м ?

64. Во сколько раз скорость движения пули в середине ствола меньше, чем при вылете из него?

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

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

67. Начав торможение с ускорением $-0,5 \text{ м/сек}^2$, поезд прошел до остановки путь 225 м . Какова была его скорость перед началом торможения?

68. Тормозной путь автомобиля, движущегося по сухому асфальтовому шоссе со скоростью 15 км/ч , равен $1,5 \text{ м}$. Каков тормозной путь автомобиля, если его скорость 90 км/ч ? Ускорение в обоих случаях одно и то же. Почему так опасна езда с повышенной скоростью на участках, где необходимо быстро затормозить?

69. На пути 250 м показание спидометра автомобиля изменилось с 36 до 54 км/ч . Каково ускорение движения автомобиля на этом пути?

70. При равноускоренном движении из состояния покоя тело за пятую секунду проходит путь 90 см . Какой путь пройдет оно за седьмую секунду?

71. Велосипедист, не работая педалями, съезжает с горы длиной 40 м за 10 сек , а затем проезжает по горизонтальной дороге до остановки 100 м . Найти скорость велосипедиста в конце спуска, среднюю скорость его движения на всем пути, если начальная скорость его равна нулю. Построить график скорости за все время движения.

72. Маневровый тепловоз тронулся с места с ускорением $0,2 \text{ м/сек}^2$ и, достигнув скорости 18 км/ч , в течение 1 мин двигался равномерно, после чего затормозил и прошел до остановки путь 25 м . Найти среднюю скорость движения тепловоза на всем пути. Построить график скорости.

73. Расстояние между двумя станциями, равное 18 км, поезд проходит со средней скоростью 54 км/ч, причем на разгон он тратит 2 мин, затем идет равномерно и на замедление до полной остановки тратит 1 мин. Определить наибольшую скорость движения поезда. Построить график скорости.

§ 4. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх и вниз *

74. За какое время свободно падающее тело проходит первый сантиметр пути? первый метр пути?

75. При исследовании законов падения Галилей наблюдал за телами, свободно падающими с башни высотой около 50 м. Сколько времени падали тела и какой скоростью обладали они в момент падения на Землю?

76. Ударная часть свайного молота в момент удара имеет скорость 5,5 м/сек. С какой высоты она свободно падает?

77. Постройте график скорости свободно падающего тела. Определите по графику скорость тела в начале третьей и в конце четвертой секунды. На графике покажите штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному за 3 сек.

78. Какой путь проходит свободно падающее тело за четвертую секунду падения?

79. Тело свободно падает с высоты 45 м. Какой путь проходит оно за последнюю секунду движения?

80. Сравнить времена и конечные скорости тел, свободно падающих с высоты 20 и 80 м.

81. На поверхности Луны ускорение свободного падения в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. Сравнить время падения тел с одной и той же высоты на Луне и на Земле.

82. Как отличаются высоты, с которых падают тела на Луне и на Земле, если скорости их падения одинаковы?

83. На рисунке 6 дан график скорости тела, падающего с большой высоты. Опишите характер движения тела.

* При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение свободного падения, где это целесообразно, округлять до 10 м/сек².

84. Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через одну секунду? На сколько дольше длилось бы свободное падение камня с этого моста?

85. Стрела из лука пущена вертикально вверх со скоростью 40 м/сек. На какую высоту поднимется стрела и через какое время возвратится обратно?

86. Два мальчика бросили вертикально вверх мячи: один на высоту 9, а другой — на высоту 16 м. Скорость бросания какого мяча больше и во сколько раз?

87. Стрела, выпущенная вертикально вверх со скоростью 30 м/сек, поражает цель через 2 сек. На какой высоте находится цель и с какой скоростью стрела ее достигла?

88. Из пружинного пистолета, расположенного на высоте 1,5 м над поверхностью Земли, выстреливают вертикально вверх шариком, который достиг высоты 4 м от поверхности Земли. С какой скоростью вылетел шарик из дула пистолета? С какой скоростью, падая обратно, он достигнет поверхности Земли? Сколько времени находится шарик в движении?

89. С вертолета, находящегося на высоте 75 м над Землей и поднимающегося вертикально вверх со скоростью 10 м/сек, выронили предмет. Через сколько времени предмет окажется на Земле?

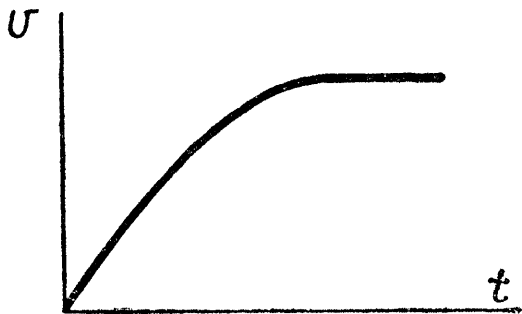


Рис. 6.

Глава 2

ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ НЬЮТОНА

§ 5. Первый закон Ньютона

90. Почему разогнавшийся конькобежец, попав на участок, посыпанный песком, падает?

91. В дождь или при выходе из воды животные освобождают поверхность своего тела от воды, встряхиваясь. Какое свойство тел используется при этом?



Рис. 7.

92. О чем предупреждает водителя автомашины этот дорожный знак (рис. 7) и зачем он вывешен?

93. Как используют инерцию при регулировании положения железки рубанка?

94. В каком направлении и почему смещаются пассажиры: а) когда трамвай резко трогается с места; б) резко останавливается; в) поворачивает вправо или влево?

95. Почему ветродвигатель снабжают тяжелым маховиком (инерционным аккумулятором)?

96. Парашютист весом 70 кГ после раскрытия парашюта спускается с постоянной скоростью. Какова сила сопротивления воздуха при таком движении?

97. Укажите силы, уравнивающие друг друга при равномерном движении поезда по горизонтальному участку дороги.

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

99. Какие силы уравниваются при равномерном всплывании в воде кусочка дерева? Указать на чертеже все действующие на него силы.

100. При достаточной глубине тонущее тело (например, стальная гайка) с некоторого момента начинает двигаться равномерно. Какие силы при этом действуют на тело? Сделайте чертеж.

101. Маневровый тепловоз толкнул вагон, который, пройдя некоторое расстояние, остановился. Опишите действие сил в этом процессе. Сделайте пояснительные чертежи.

§ 6. Второй закон Ньютона *

102. На тело массой 50 г действует сила, вдвое большая, чем на тело массой 200 г. Как и во сколько раз отличаются друг от друга ускорения этих тел?

* Во всех задачах этого параграфа сила предполагается постоянной, а трение, если нет особой оговорки, не учитывается.

103. Автомобиль «Волга» без нагрузки весит около 1900 кГ. Выразить его вес в единицах системы СИ.

104. Тяговое усилие, развиваемое электровозом Н-8, равно 35 000 кГ. Выразить его в килоньютонах.

105. Трактор С-80 развивает тяговое усилие $8,6 \cdot 10^4$ н. Выразить это усилие в килограммах.

106. Сделав необходимые вычисления, заполните таблицу *:

F	2 н	8 н	0,02 н	1 кГ	?	?	?	1 н	10 кГ
m	5 кг	4000 г	0,4 кг	2 кг	200 г	20 кг	0,5 т	?	?
a	?	?	?	?	0,2 м/сек ²	40 см/сек ²	1 м/сек ²	0,4 м/сек ²	4 м/сек ²

107. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей равна 90 кН?

108. При посадке реактивный самолет ТУ-104 массой 50 т движется с ускорением -6 м/сек². Найти силу торможения.

109. Комбайн массой 2,5 т, приводимый в движение трактором, кратковременно, при трогании с места, перемещается с ускорением 0,6 м/сек². Найти силу натяжения сцепки, если сила сопротивления равна 90 кГ.

110. В течение 20 сек на поезд, отходящий от станции, действует сила тяги локомотива, равная $2,4 \cdot 10^5$ н. Какую скорость приобретет поезд к концу 20-й секунды, если масса его 800 т? Какой путь пройдет он за это время?

111. Футбольный мяч весом 0,7 кГ после удара, длящегося 0,02 сек, приобрел скорость 12 м/сек. Найти силу удара.

112. Автомобиль ЗИЛ-110, движущийся со скоростью 54 км/ч, при аварийном торможении проходит до остановки путь 15 м. Найти величину тормозящей силы, если вес автомобиля с нагрузкой 3100 кГ.

* В этой и других задачах, где это целесообразно, считать 1 кГ $\approx$ 10 н.

113. Трактор с сенокосилкой общим весом 3600 кг движется со скоростью $5,4\text{ км/ч}$. На каком пути произойдет остановка после выключения двигателя трактора, если общая сила сопротивления движению трактора и сенокосилки равна 1200 кг ? Может ли тракторист при работе с сельскохозяйственными машинами использовать движение по инерции так же, как, например, шофер автомобиля или машинист локомотива?

114. Лыжник весом 80 кг в конце спуска развил скорость 10 м/сек . Через сколько времени он остановится, если сила трения равна 20 н ?

115. Начертить (схематично) графики скоростей движения самолета в следующих случаях: а) сила тяги двигателей больше силы сопротивления; б) сила тяги равна силе сопротивления; в) сила тяги меньше силы сопротивления.

116. Парашютист весом 80 кг , отделившись от покоящегося относительно Земли вертолета, через 10 сек приобрел скорость 60 м/сек . Какова средняя сила сопротивления воздуха?

117. При каком ускорении трос, прочность которого на разрыв $2 \cdot 10^5\text{ н}$, разорвется при подъеме груза весом 3000 кг ?

118. Подъемный кран поднимает груз весом 800 кг . Какова сила натяжения троса в начале подъема груза, если груз движется (очень коротковременно) с ускорением 25 м/сек^2 ?

119. Почему при буксировке автомобиля, баржи и т. д. даже очень прочный буксирный трос в начале движения, при «рывке», может оборваться?

120. Почему удилице должно быть гибким?

121. Почему сапожник, положив на колени тяжелую доску, может безболезненно для себя растягивать на доске подошву ударами молотка?

122. Почему падение циркового артиста с большой высоты в сетку оказывается безопасным, в то время как удар о землю при падении даже с меньшей высоты может оказаться смертельным?

123. Для какой цели у дальнобойных орудий делают длинные стволы?

124. Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может открыть дверь, но пробивает в ней отверстие, тогда как

давлением пальца дверь открыть легко, но проделать отверстие невозможно?

125. Какую силу тяги развивает автомобиль ГАЗ-51 грузоподъемностью $2,5\ T$, трогаящийся с места при полной нагрузке с ускорением $0,8\ м/сек^2$? Коэффициент сопротивления движению * равен $0,03$; вес автомобиля без груза $2700\ кГ$.

126. Электровоз Н-8, развивающий силу тяги $35\ 000\ кГ$, трогает с места состав весом $1,6 \cdot 10^6\ кГ$. С каким ускорением движется поезд, если коэффициент сопротивления движению $0,004$?

127. Автомобиль ЯАЗ-200, трогаясь с места, первые $50\ м$ пути проходит за $8\ сек$. Какова сила тяги двигателя автомобиля, если коэффициент сопротивления движению $0,03$? Собственный вес автомобиля $6400\ кГ$, вес груза $7000\ кГ$.

128. Поезд массой $10^6\ кг$ за $1\ мин\ 40\ сек$ увеличил скорость с 54 до $72\ км/ч$. Найти силу тяги локомотива, если коэффициент сопротивления движению равен $0,003$.

129. Поезд весом $2 \cdot 10^6\ кГ$ движется с ускорением $3\ см/сек^2$. Найти коэффициент сопротивления движению, если сила тяги локомотива $1,2 \cdot 10^5\ кГ$.

130. Клеть подъемной машины приводят в движение при помощи троса. Какие силы действуют на клеть и как изменяется сила натяжения троса, если клеть: а) находится в покое; б) поднимается ускоренно; в) движется равномерно вверх; г) продолжает подниматься, уменьшая скорость; д) начинает опускаться, увеличивая скорость; е) движется равномерно вниз; ж) замедляет движение вниз. Для каждого случая сделайте чертеж и покажите действующие на клеть силы. Проверьте ваши выводы на опыте, привязав к пружине или к хорошо растягиваемой резине какой-либо груз.

131. Космический корабль на некотором участке вблизи поверхности Земли движется вертикально вверх с ускорением $40\ м/сек^2$. С какой силой давит на этом участке космонавт на пол кабины, если вес его $70\ кГ$?

* Коэффициент сопротивления движению показывает, какая часть веса тела идет на преодоление сопротивления при движении по горизонтальному пути.

132. Ускорение пассажирских лифтов в здании МГУ около $\pm 3 \text{ м/сек}^2$. С какой силой давит человек весом 60 кг на пол кабины лифта в начале, в середине и в конце подъема?

133. Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены грузы массой по $0,24 \text{ кг}$ каждый. На один из грузов положили гирьку 10 г . На каком расстоянии друг от друга окажутся грузы через 2 сек , если в начале движения они находились на одной высоте?

134. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массой $0,3$ и $0,34 \text{ кг}$. За 3 сек от начала движения каждый груз прошел путь $2,7 \text{ м}$. Найти величину ускорения силы тяжести, исходя из данных опыта.

135. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массой $0,3$ и $0,2 \text{ кг}$. С каким ускорением движется система? Каково натяжение шнура во время движения?

136. Брусок весом 3 кг (рис. 8) под действием груза P весом 1 кг движется по горизонтальной поверхности

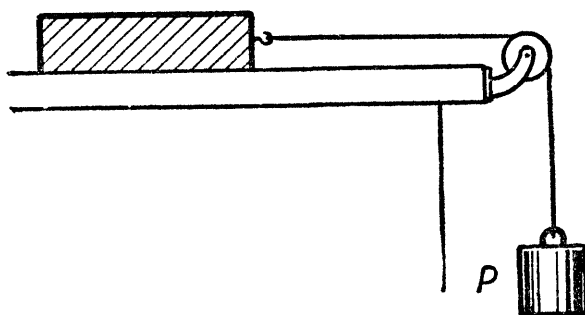


Рис. 8.

с ускорением 1 м/сек^2 . Найти силу трения и коэффициент трения.

137. Какое ускорение получит брусок (рис. 8) под действием груза P весом $0,5 \text{ кг}$, если коэффициент трения $0,3$, а вес бруска 1 кг ? Какова сила натяжения нити?

138. Через сколько времени после начала торможения остановится троллейбус, движущийся со скоростью 36 км/ч , если коэффициент трения при аварийном торможении равен $0,4$?

139. По данным, приведенным в таблице, найдите коэффициенты трения при торможении. Зависит ли величина коэффициента трения от скорости?

Скорость автомашины, км/ч	Величина тормозного пути, м			
	сухое асфаль- тированное шоссе	мокрое асфальтиро- ванное шоссе	снежная дорога	гололед
15	1,47	2,22	4,43	5,91
50	16,4	24,6	49,2	65,5

140. На участке дороги, где для автотранспорта установлена предельная скорость движения 30 км/ч, водитель был вынужден аварийно затормозить. Инспектор ГАИ по следу колес обнаружил, что тормозной путь равен 12 м. Нарушил ли водитель правила движения, если коэффициент трения (сухой асфальт) равен 0,6?

141. Коэффициент тяги (отношение силы тяги к весу) автомобиля равен 0,11. С каким ускорением движется автомобиль при коэффициенте трения 0,05?

142. С высоты 25 м кусок дерева падал в течение 2,5 сек? Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от веса тела?

§ 7. Третий закон Ньютона.

Закон сохранения количества движения

143. Два человека тянут веревку в противоположные стороны с силами по 5 кГ каждый. Разорвется ли веревка, если она выдерживает натяжение 6 кГ?

144. В каком случае веревка сильнее натягивается: если человек тянет ее руками за концы в разные стороны или если он тянет обеими руками за один конец, привязав другой неподвижно? В обоих случаях каждая рука действует с одинаковой силой.

145. Изменится ли сила давления экскаватора на грунт при ускоренном подъеме ковша? при ускоренном опускании его?

146. Почему вибрирует стоящий мотоцикл с работающим одноцилиндровым двигателем?

147. Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, с силой давит на борт?

148. Почему при выстреле из ружья его прижимают к плечу?

149. Надуйте детский резиновый шар, не завязывая отверстие, выпустите из рук. Что произойдет при этом? Почему?

150. Нарушится ли равновесие весов (рис. 9), если гирию, подвешенную к правой чашке, погрузить в воду?

151. Сделайте следующий опыт. На ладонь левой руки поставьте банку или небольшую кастрюлю, наполовину наполненную водой. В воду опустите кисть пра-

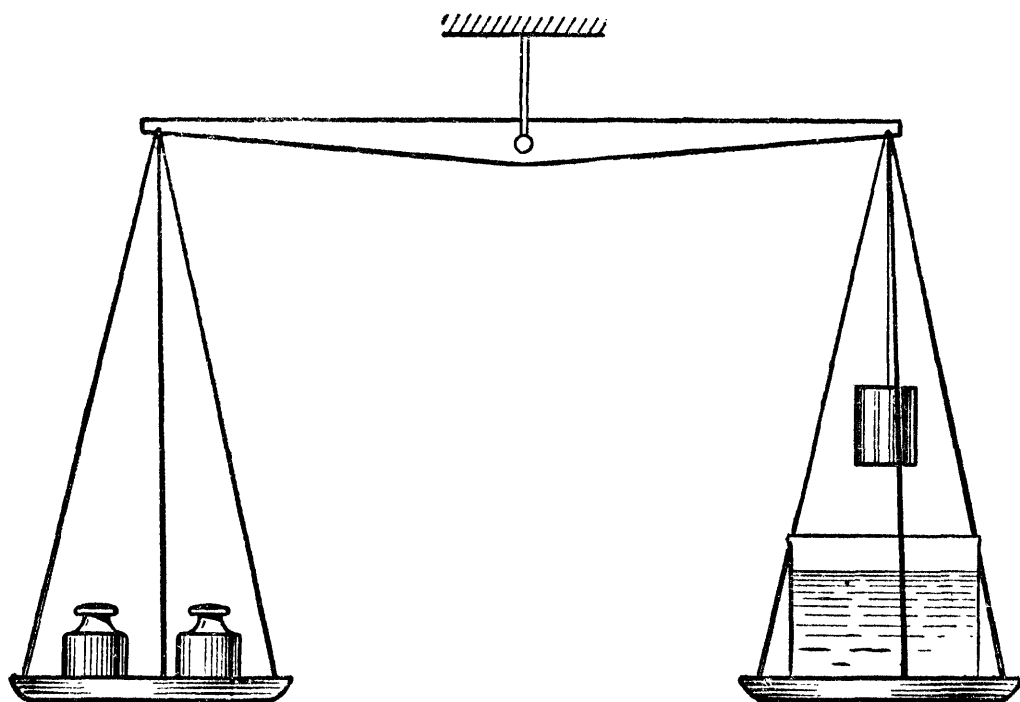


Рис. 9.

вой руки так, чтобы вода не выливалась из банки и рука не касалась стенок и дна. Сделайте пояснительный чертеж. Укажите, какие силы стали действовать на правую и левую руки.

152. На рисунке 10 показан опыт с «реакцией струи». Будет ли отклоняться трубка, если на ней закрепить лист картона, о который будет ударяться струя?

153. Используя данные таблицы, найдите количество движения каждого из автомобилей при движении с полной нагрузкой и максимальной скоростью.

	ГАЗ-51	ЗИЛ-150	МАЗ-525
Грузоподъемность, кг	2 500	4 000	25 000
Вес без груза, кг	2 700	3 900	22 000
Максимальная скорость, км/ч	70	65	30

154. При игре в хоккей шайбе массой 160 г сообщают скорость до 140 км/ч . Какую скорость надо сообщить футбольному мячу массой 500 г , чтобы он имел такое же количество движения, как шайба?

155. С неподвижной лодки, масса которой вместе с человеком 255 кг , бросают на берег весло массой 5 кг с горизонтальной скоростью относительно Земли 10 м/сек . Какую скорость приобрела лодка?

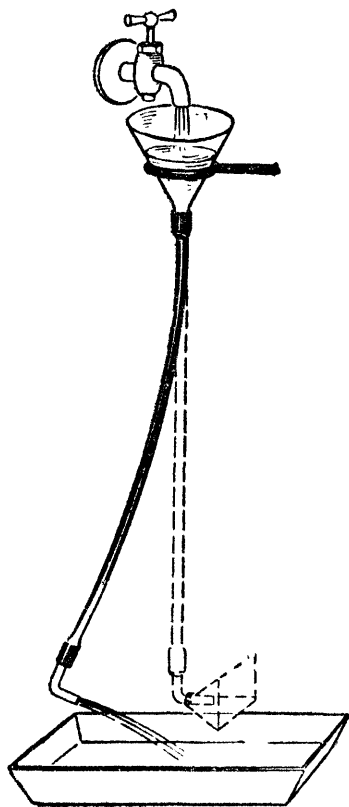


Рис. 10.

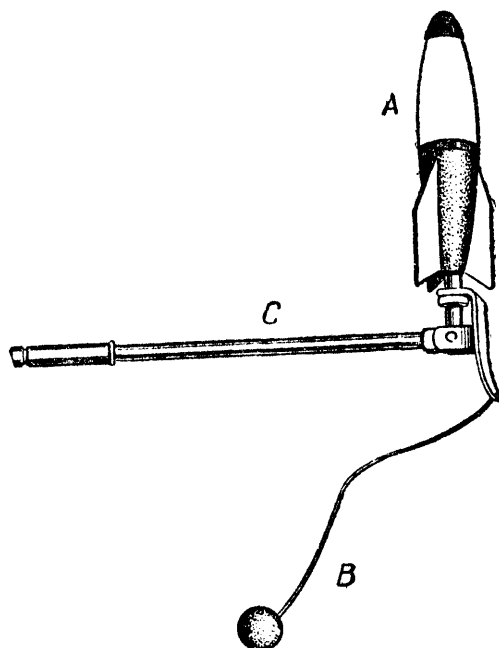


Рис. 11.

156. Школьная пневматическая ракета A (рис. 11) наполнена сжатым воздухом. При помощи шнура B ракета освобождается от стойки C и одновременно открывается канал (сопло) для выхода сжатого воздуха. Найти скорость выхода сжатого воздуха массой $1,5\text{ г}$, если ракета массой 60 г поднялась вертикально вверх на высоту $1,25\text{ м}$. Считать, что выход воздуха произошел за ничтожно малый промежуток времени.

157. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает груз 5 кг горизонтально со скоростью 10 м/сек . С какой скоростью покатится сам конькобежец, если его масса 65 кг ? На какое расстояние откатится конькобежец, если коэффициент трения $0,04$?

158. При пережигании нити, стягивающей пружину (рис. 12), тележки разъезжаются в противоположные стороны и, пройдя некоторое расстояние, останавливаются. Сравнить пути, пройденные тележками, если их массы относятся, как $1 : 2$, а коэффициент трения одинаков для обеих тележек.

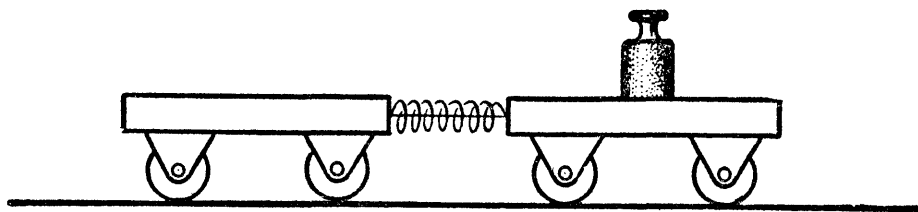


Рис. 12.

159. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после трех, быстро следующих друг за другом выстрелов охотника? Масса охотника с лодкой 100 кг , масса заряда 20 г , средняя скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/сек .

160. Скатившись с сортировочной железнодорожной горки, вагон массой 20 т , движущийся со скоростью $0,45 \text{ м/сек}$, ударяет неподвижный вагон массой 25 т . С какой скоростью после автосцепки стали двигаться вагоны?

161. На вагонетку весом 800 кг , катящуюся по горизонтальному пути со скоростью $0,42 \text{ м/сек}$, сыпалось по вертикали 600 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

162. С лодки массой 150 кг , движущейся со скоростью 3 м/сек , в сторону, противоположную ее движению, прыгает в воду мальчик с горизонтальной скоростью 5 м/сек . Масса мальчика 50 кг . Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика?

163. Последняя ступень ракеты, несущая спутник Земли, после израсходования горючего имеет массу m_1 (включая и m_2 массу спутника) и движется горизонтально со скоростью v . После отделения спутника ракета стала двигаться со скоростью v_1 в том же направлении. Найти скорость движения v_2 отделившегося от ракеты спутника.

ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ. ДЕФОРМАЦИИ

§ 8. Сложение и разложение сил, действующих на тело под углом *

164. Могут ли две составляющие силы 12 и 18 н, приложенные в одной точке тела, дать равнодействующие: 4; 6; 11; 30 и 36 н?

165. Какая сила действует на стрелу лука (рис. 13), если сила натяжения тетивы равна 30 н и угол $\alpha = 120^\circ$?

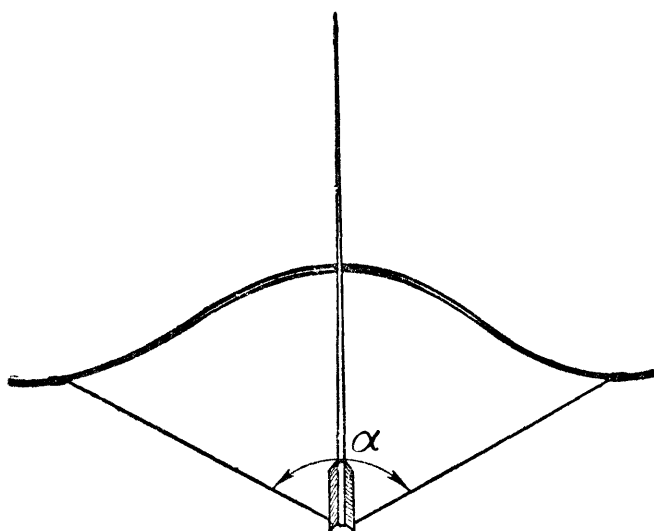


Рис. 13.

166. Три силы, по 200 кГ каждая, действуют в одной плоскости на одну точку тела под углом 60° друг к

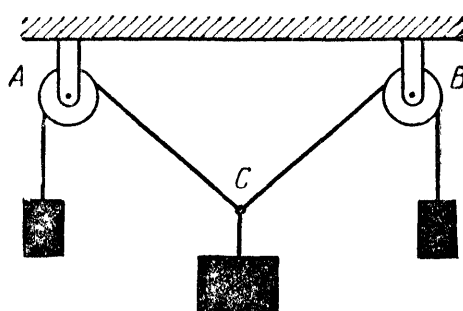


Рис. 14.

другу. Найти величину и направление равнодействующей.

167. Через блоки A и B перекинут шнур (рис. 14), на концах которого подвешены грузы 6 и 8 кГ. Какой груз надо подвесить к точке C, чтобы угол ACB оказался прямым?

168. На парашютиста весом 80 кГ в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, вертикальная составляющая которой равна 40 кГ, горизонтальная — 30 кГ. Найти равнодействующую всех сил.

169. На реактивный самолет весом 550 кН вертикально вверх действует подъемная сила 555 кН, а в горизонтальном направлении — сила тяги 160 кН и сила

* Задачи этого параграфа можно решать графически.

сопротивления воздуха 150 кн . Найти величину и направление равнодействующей всех сил.

170. Для запуска планера применяют длинный резиновый канат. Найти величину силы, действующей на планер со стороны каната в тот момент, когда обе половины его образуют угол 30° и растянуты каждая с силой 60 кГ .

171. В некоторых боронах можно регулировать угол вхождения зуба в почву, что дает возможность бороне

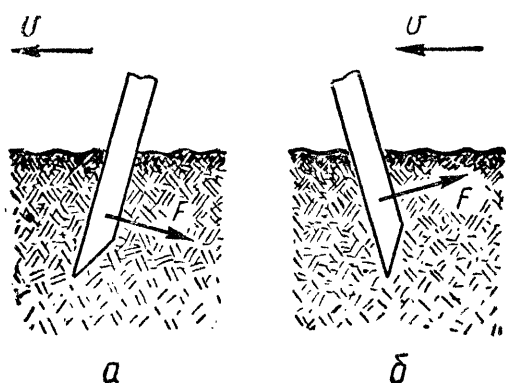


Рис. 15.

работать на разных глубинах. На рисунке 15 показана сила F , действующая на зуб со стороны почвы. Разложите эту силу на горизонтальную и вертикальную составляющие и поясните, в каком случае зуб глубже входит в почву.

172. Маятник весом $0,5 \text{ кГ}$ качается по дуге с хордой 60 см . Определить силу, движущую маятник, и силу натяжения нити в крайних положениях, если длина маятника 50 см .

173. На гвоздь, вбитый в стену перпендикулярно к ней, действует сила 20 кГ под углом 30° к стене. Найти составляющие этой силы: вырывающую гвоздь из стены и изгибающую его.

174. Аэростат привязан тросом к земле. Ветер сносит аэростат в сторону от вертикали так, что трос об-

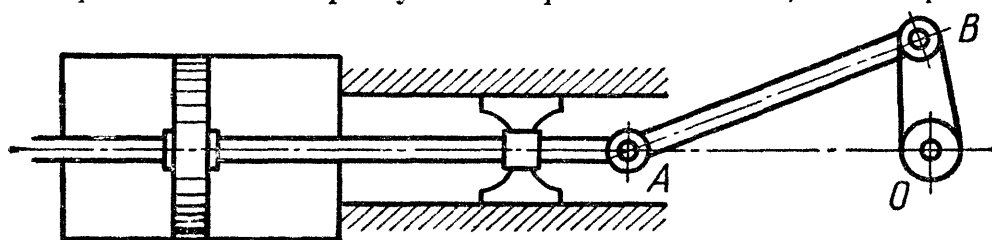


Рис. 16.

разует с вертикалью угол 20° , а сила натяжения троса 10 кн . Чему равна подъемная сила и сила давления ветра на аэростат?

175. Сила давления на поршень (рис. 16) равна 4 кн . С какой силой шатун AB действует на коленчатый вал OB , если $\angle OAB = 30^\circ$?

176. Электрическая лампа (рис. 17) подвешена на шнуре и оттянута горизонтальной оттяжкой. Найти силу натяжения шнура AB и горизонтальной оттяжки BC , если вес лампы 1 кг , а угол $\alpha = 60^\circ$.

177. Фонарь весом 20 кг (рис. 18) подвешен к столбу на кронштейне. Длина горизонтального стержня AB

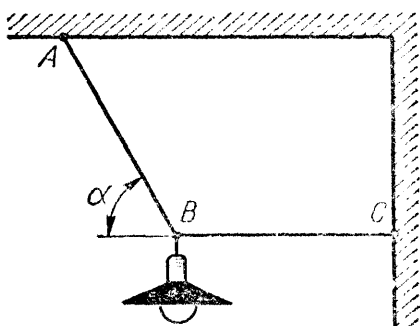


Рис. 17.

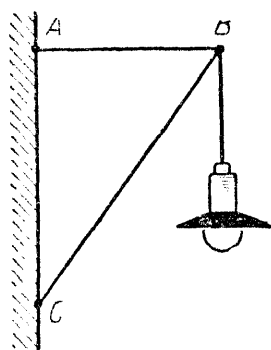


Рис. 18.

равна 60 см , длина подкоса BC составляет 100 см . Определить силу, растягивающую стержень AB , и силу сжатия подкоса BC .

178. К свободному концу кронштейна подвешен груз весом 90 кг (рис. 19). Определить силы, действующие на стержни AC и AB , если $\alpha = 60^\circ$.

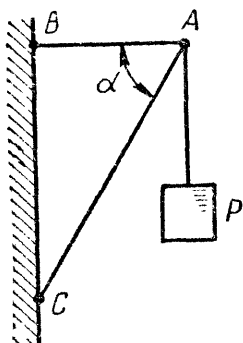


Рис. 19.

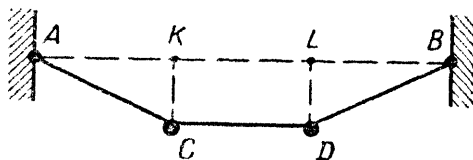


Рис. 20.

179. Два трамвайных провода C и D (рис. 20) подвешены на тросе, идущем поперек пути. Вес каждого провода, приходящийся на трос, равен 15 кг . Каковы силы действия троса на точки подвеса (A и B)? С какой силой растянута его средняя часть (CD), если $AC = DB = 6 \text{ м}$, $KC = LD = 1 \text{ м}$?

180. К концу стержня AC (рис. 21) длиной 2 м, укрепленного одним концом в стене, а с другого конца поддерживаемого тросом BC длиной 2,5 м, подвешен груз 1200 кг. Найти силы, действующие на трос и стержень. Весом стержня пренебречь.

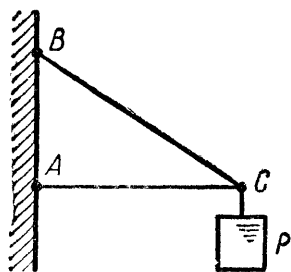


Рис. 21.

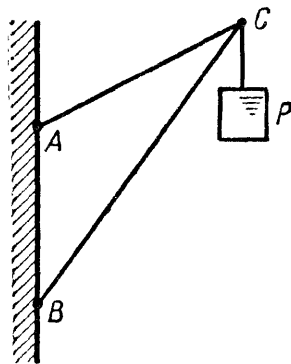


Рис. 22.

181. Стеной кран (рис. 22) имеет подкос BC длиной 4 м и тягу AC длиной 3 м, а расстояние между точками A и B — 1,5 м. Найти силы, действующие на тягу и подкос, если вес поднимаемого груза 2000 кг.

182. Человек передвигает нагруженные санки при помощи стержня (рис. 23), расположенного под неко-

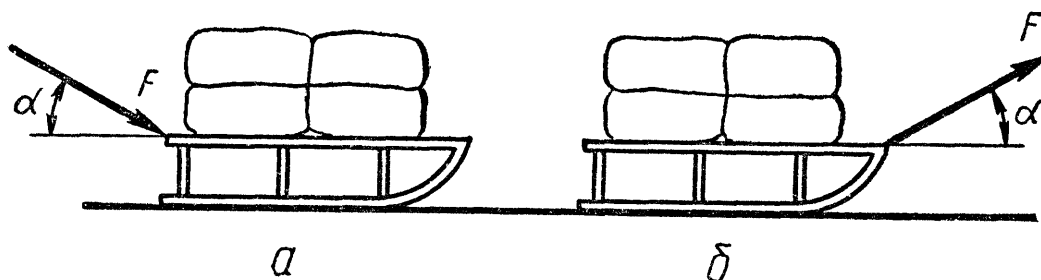


Рис. 23.

торым углом к горизонту. Одинаковой ли величины силы надо прилагать для перемещения санок, если: а) толкать их впереди себя, б) тянуть их за собой?

183. На рисунке 24 показаны различные направления линии тяги на тракторном прицепе. Считая силу натяжения сцепки одинаковой, сравнить силы давления трактора и прицепа на почву.

184. Бревна поднимают тросом так, как показано на рисунке 25. Где натяжение троса больше: в частях петли A и B или в части C , если угол α равен 90° ; 120° ; 150° ?

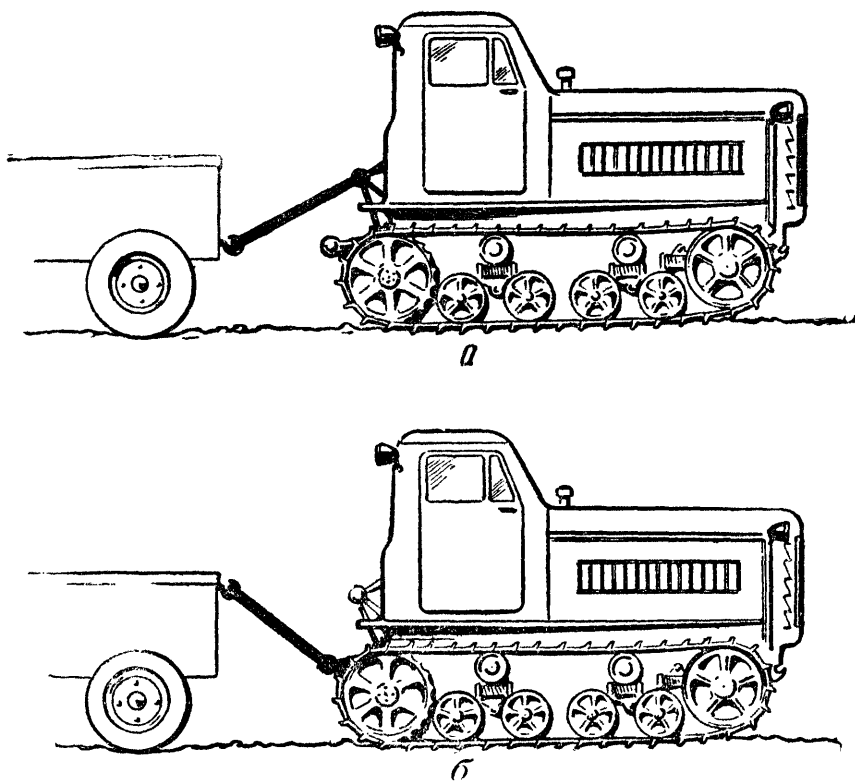


Рис. 24.

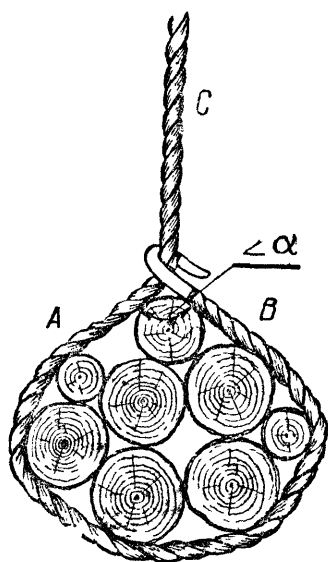


Рис. 25.

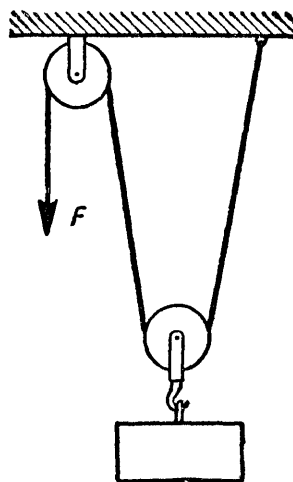


Рис. 26.

185. Даст ли подвижный блок, собранный по рисунку 26, выигрыш в силе в 2 раза? Как изменяется сила тяги F по мере поднятия груза? Трение и вес блока не учитывать.

186. К середине горизонтально натянутой веревки привязан тонкий шнур. Если потянуть шнур вертикально вниз, то может оказаться, что веревка разорвется, а шнур останется целым, хотя прочность веревки значительно больше прочности шнура. Объясните причину разрыва веревки.

187. На строительной площадке электрический кабель уложен на X-образных опорах (рис. 27), причем стойки опоры образуют с вертикалью угол 40° . На каждую опору действует 50 кГ веса кабеля. Найти усилия, передающиеся вдоль каждой стойки опоры.

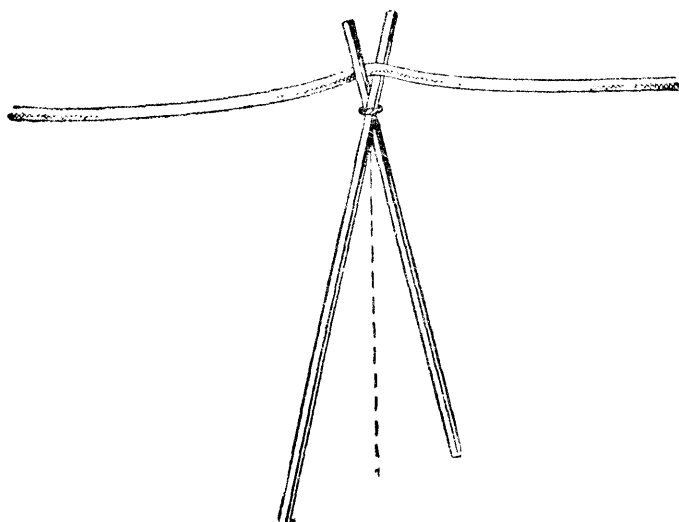


Рис. 27.

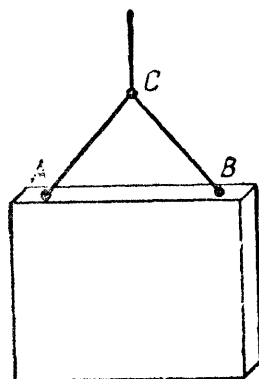


Рис. 28.

188. Найти силу натяжения тросов AC и BC (рис. 28) при подъеме краном строительной детали весом 300 кГ , если расстояние $AB = 2 \text{ м}$, $AC = BC = 1,6 \text{ м}$.

§ 9. Наклонная плоскость

189. На наклонном помосте длиной 13 и высотой 5 м находится груз весом 2600 н . Найти составляющие веса этого груза, направленные параллельно плоскости помоста и перпендикулярно ей.

190. При помощи ленточного транспортера с углом наклона 30° поднимают вверх груз 40 кГ . Какой должна быть сила трения, чтобы груз не скатывался по ленте?

191. На наклонной плоскости длиной 5 и высотой 2 м находится ящик весом 20 кГ . Будет ли ящик

скользить вниз, если сила трения его о плоскость равна 60 н ?

192. В кузов автомашины на высоту $1,2 \text{ м}$ над землей по наклонным брускам длиной 2 м втаскивают груз весом 300 кг . Найти силу тяги (параллельно брускам), если коэффициент трения равен $0,2$.

193. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки весом 400 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент трения равен $0,05$?

194. При проведении лабораторной работы по определению к. п. д. наклонной плоскости были получены следующие результаты: длина плоскости 1 м , высота 20 см , вес деревянного бруска 200 Г , сила тяги, измеренная динамометром, 100 Г . Найти по этим данным коэффициент трения дерева по дереву.

195. Сила тяги электровоза Н-8, движущегося с постоянной скоростью, равна $25\,000 \text{ кг}$. Какого веса состав может он везти вверх по уклону $0,004$ при коэффициенте сопротивления движению $0,006$?

196. При каком угле наклона кузова автомобиля-самосвала начнет высыпаться щебень, если коэффициент трения равен $0,4$?

197. Найти величину минимального угла наклона к горизонту деревянного лотка для спуска самотеком зерна, если коэффициент трения зерна по дереву $0,7$.

198. Наклонная плоскость с весьма шероховатой поверхностью расположена под углом 30° к горизонту. При каких значениях коэффициента трения втаскивать по ней вверх груз труднее, чем поднимать вертикально?

§ 10. Равновесие тела, имеющего ось вращения.

Пара сил

199. Длина гаечного ключа 30 см . С какой силой, перпендикулярной ключу, рабочий нажимает на ключ при завинчивании гайки, если момент этой силы $45 \text{ н} \cdot \text{м}$?

200. Доска весом 90 кг подперта на расстоянии $\frac{1}{3}$ ее длины. Какую силу надо приложить к ее короткому концу, чтобы удержать доску в равновесии?

201. Балку длиной 5 м и весом 900 кг , расположенную горизонтально, поднимают на двух параллельных тросах. Найти силу натяжения тросов, если один укреп-

лен на конце балки, а второй в 50 см от другого конца.

202. Поршень водяного нагнетательного насоса (рис. 29) производит давление 2 кг/см^2 . Площадь поршня 50 см^2 . Какой силой необходимо действовать на конец рукоятки, если расстояние $OA = 15 \text{ см}$, $OB = 75 \text{ см}$?

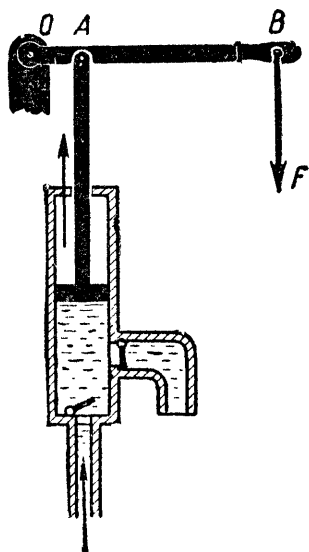


Рис. 29.

203. Газопроводная труба весом 500 кг имеет длину 15 м . Труба лежит на двух подкладках, расположенных одна на расстоянии 5 м от одного конца, другая на расстоянии 3 м от другого конца. Какую силу надо приложить поочередно к каждому концу трубы, чтобы приподнять ее за тот или другой конец?

204. Ведущие колеса трактора радиусом $0,7 \text{ м}$ (рис. 30), на которые приходится нагрузка $P = 1000 \text{ кг}$, уперлись в твердый выступ дороги высотой $h = 10 \text{ см}$. Какова должна быть горизонтальная сила F , чтобы трактор преодолел выступ?

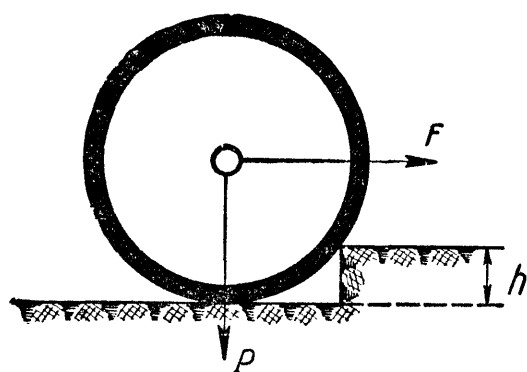


Рис. 30.

205. Предохранительный клапан парового котла (рис. 31) должен открываться при давлении пара 10 кг/см^2 . Площадь закрываемого клапаном отверстия равна 4 см^2 , а расстояние центра клапана A до точки

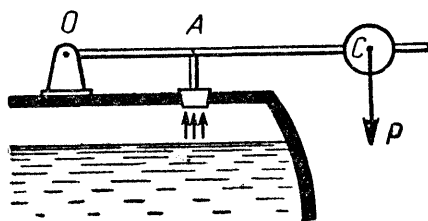


Рис. 31.

опоры O составляет 3 см . На каком расстоянии от точки опоры надо поместить подвижный груз $2,5 \text{ кг}$, если центр тяжести стержня весом $1,5 \text{ кг}$ находится на расстоянии 20 см от точки O ?

206. Рабочий приподнимает за один конец доску весом 40 кг и длиной 4 м так, что доска образует с горизонтальной поверхностью угол 30° . С какой силой

удерживает рабочий доску в этом положении, если сила направлена перпендикулярно к доске?

207. Балка весом 300 кг и длиной 5 м несет нагрузку 3000 кг , сосредоточенную на расстоянии 2 м от одного из концов, а концами опирается на устои. Каковы силы давления балки на каждую опору?

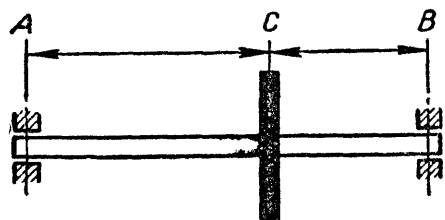


Рис. 32.

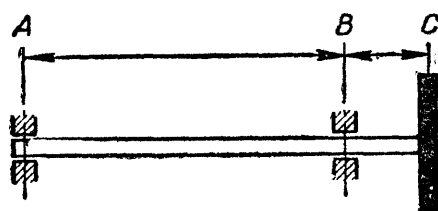


Рис. 33.

208. Чему равны силы, действующие на подшипники A и B (рис. 32), если вес вала 10 кг , вес шкива 20 кг , $AB = 1\text{ м}$, $BC = 0,4\text{ м}$?

209. Чему равны силы давления вала на подшипники A и B (рис. 33), если вес вала 7 кг , вес шкива 28 кг , $AB = 70\text{ см}$, $BC = 10\text{ см}$?

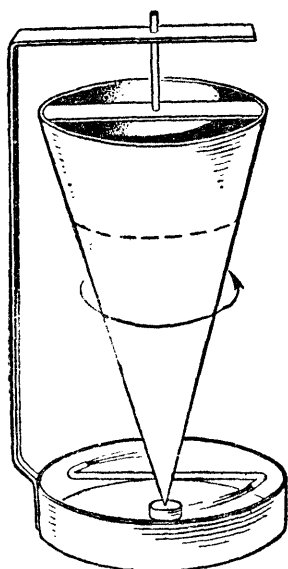
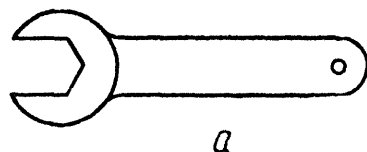
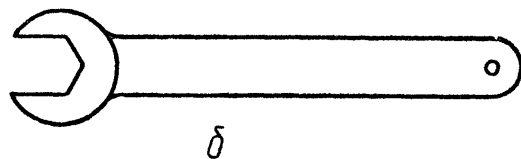


Рис. 34.

210. Какая пара сил приводит во вращение сегнерово колесо, изображенное на рисунке 34?



a



b

Рис. 35.

211. Покажите пару сил, действующих при повороте гайки гаечным ключом. Каким из двух ключей, изображенных на рисунке 35, прилагая одинаковое усилие, можно затянуть гайку сильнее. Почему?

212. Почему дверь трудно открыть, если толкнуть ее около петель, а не у ручки? Покажите пару сил, которая действует на дверь.

213. Почему рулевое колесо автобуса имеет бóльший диаметр, чем у легковой машины? Какая пара сил действует на рулевое колесо?

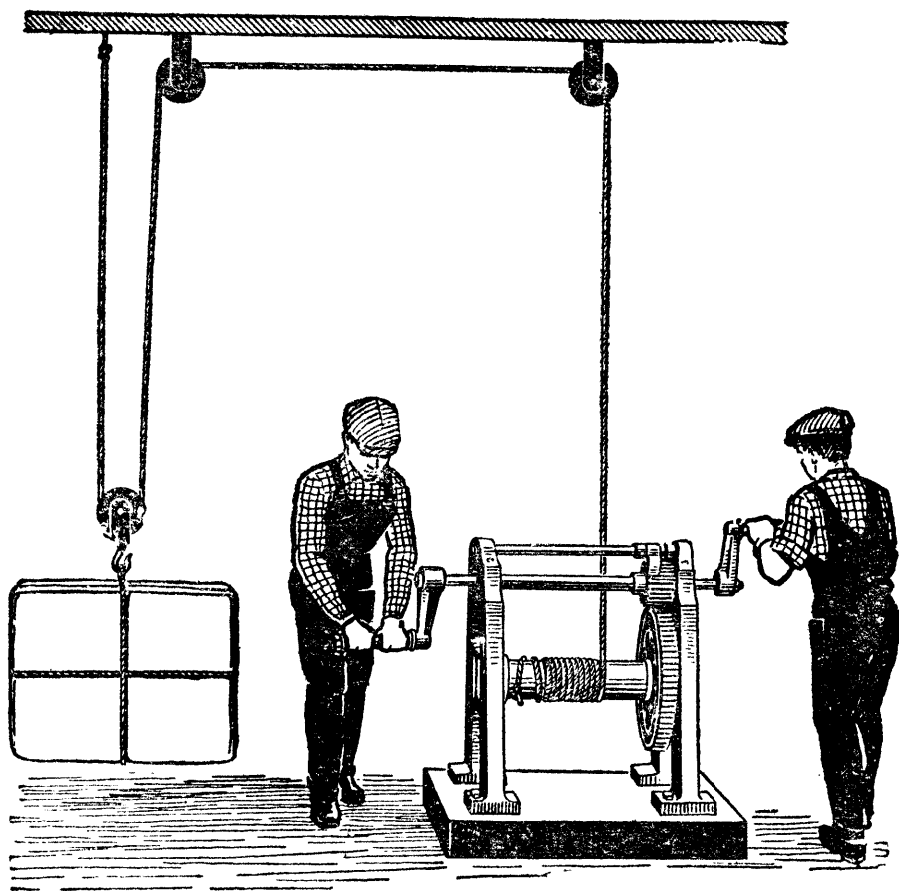


Рис. 36.

214. Покажите пары сил, действующих при вращении вала лебедки (рис. 36) двумя рабочими; одним рабочим

§ 11. Виды деформаций. Закон Гука. Прочность. Твердость

215. Можно ли пружину для динамометра изготовить из чугуна? алюминия?

216. Какие деформации испытывает шатун двигателя внутреннего сгорания, коленчатый вал, карданный вал, рессоры?

217. Какие деформации испытывают стержни AC и BC кронштейнов, изображенных на рисунках 21 и 22?

218. Какие деформации испытывают зубья бороны при работе на пашне, в которой встречаются камни?

219. На тросе диаметром 2 см кран поднимает груз 2000 кг. Какое напряжение испытывает при этом материал троса?

220. Как изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой из того же материала, но имеющей вдвое большие длину и диаметр?

221. Проволоку перегнули пополам и подвесили тот же груз (рис. 37). Сравнить абсолютное и относительное удлинение проволоки в обоих случаях.

222. На медную и стальную проволоки одинаковой длины и сечения действуют равные растягивающие силы. Во сколько раз удлинение медной проволоки больше, чем стальной?

223. Вычислить модуль упругости для стали, если известно, что стальная проволока длиной 1,5 м и сечением 1 мм² под действием силы 20 кг удлинилась на 1,5 мм.

224. Какую растягивающую силу надо приложить к стальной проволоке длиной 3,6 м и площадью сечения 1 мм² для удлинения ее на 2 мм?

225. Медную проволоку сечением 1,2 мм² надо заменить стальной проволокой такой же длины. Какого сечения должна быть стальная проволока, чтобы удлинение ее при той же нагрузке оказалось равным удлинению медной проволоки?

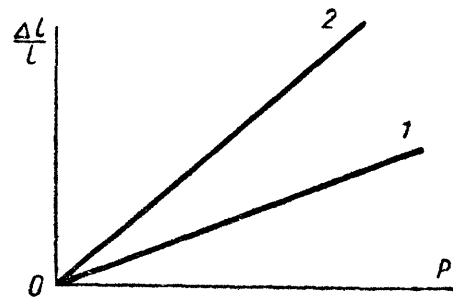


Рис. 38.

226. На рисунке 38 изображены графики зависимостей относительного удлинения от приложенного напряжения для медной и стальной проволок.

Определить, какой из графиков относится к меди и какой — к стали.

227. Какого поперечного сечения надо взять стальной прут, чтобы подвесить на нем к потолку люстру ве-

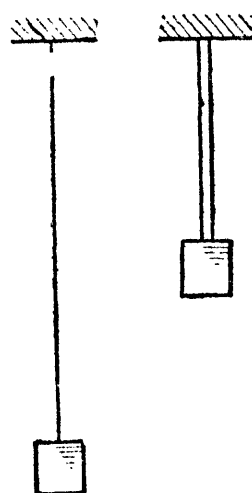


Рис. 37.

сом 250 кГ, чтобы запас прочности был равен 4? Предел прочности 4000 кГ/см².

228. Для подъема черпака с углем общим весом 10 000 кГ служит трос, свитый из 200 стальных проволок. Каков диаметр каждой проволоки, если запас прочности взят равным 5? Предел прочности 4000 кГ/см².

229. Средняя сила тяги локомотива 7500 кГ. Сечение его прицепного приспособления, сделанного из стали, 10 × 10 см. Найти запас прочности и объяснить, почему он берется столь значительным. Предел прочности принять равным 4000 кГ/см².

230. Для чего рама велосипеда делается трубчатой?

231. Почему круглодонная колба выдерживает большие давления, чем плоскодонная?

232. Какие преимущества имеет железобетон перед бетоном?

233. Какую часть железобетонной балки, лежащей на двух опорах и работающей на изгиб, следует армировать больше? Почему?

234. Методом нанесения царапин сравните твердость таких материалов: цинк — алюминий — свинец, железо — медь — латунь.

235. Пользуясь шкалой Мооса (см. таблицу в приложении), объясните, как надо понимать, что твердость испытуемого минерала 7—8.

236. Пользуясь шкалой Мооса, укажите, какова твердость минерала, который оставляет царапину на полевом шпате, а сам получает царапину от кварца.

237. Какова твердость по Бринеллю баббита (85% Sn, 10% Sb, 5% Cu), применяемого для подшипников, если при давлении силой 1000 кГ площадь вмятины равна 38 мм²?

238. Под действием вдавливающей силы 1000 кГ в латуни (25% Zn, 75% Cu) образовалась вмятина диаметром 5 мм. Какова твердость латуни по Бринеллю?

239. Какого диаметра вмятина будет оставлена на алюминии под действием вдавливающей силы 250 кГ, если его твердость равна 35 кГ/мм²?

КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ. ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

§ 12. Движение тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту *

240. С верхней полки вагона равномерно движущегося поезда упал предмет. Каков характер движения предмета относительно вагона? относительно Земли?

241. При выстреле из двухстороннего пружинного пистолета (рис. 39) «снаряды» вылетели со скоростями 2 и 4 м/сек. Каково расстояние между ними через

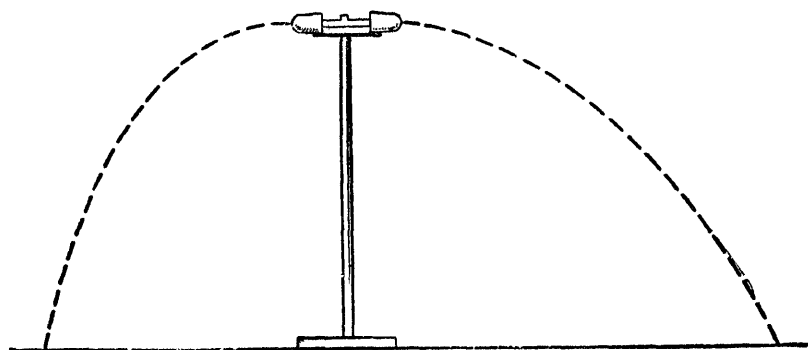


Рис. 39.

0,1 сек? Длина трубки (первоначальное расстояние между «снарядами») 10 см.

242. От самолета, летящего горизонтально со скоростью 360 км/ч, отделился парашютист. Через 2 сек после этого горизонтальная составляющая скорости парашютиста оказалась равной 54 м/сек, а вертикальная 16 м/сек. Во сколько раз сопротивление воздуха уменьшило эти составляющие скорости парашютиста? Какую из них сопротивление воздуха изменило больше? Почему?

243. С горизонтально расположенного транспортера, находящегося на высоте 2 м, на поверхность земли сбрасывается уголь. Чему равна скорость движения ленты транспортера, если уголь упал на расстоянии 2,5 м от основания конца транспортера (по горизонтальному направлению)?

* При решении задач сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение силы тяжести принимать равным 10 м/сек².

244. С самолета, летящего со скоростью 180 км/ч , сброшен пакет с почтой. На какой высоте летел самолет, если пакет за время своего падения сместился по горизонтальному направлению на 250 м ?

245. Транспортер, подающий щебень, установлен горизонтально так, что его лента, движущаяся со скоростью $2,2 \text{ м/сек}$, поднята на 4 м от дна вагонетки. Чему равна дальность отброса помещенного на ленту транспортера щебня?

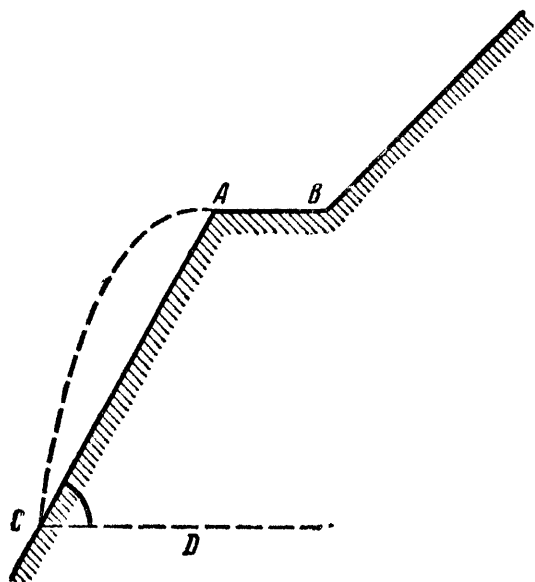


Рис. 40.

246. Какой скоростью обладал лыжник при прыжке с трамплина в момент отрыва от горизонтально расположенной стартовой площадки AB (рис. 40), если он приземлится в точке C ? $AC = 40 \text{ м}$, $\angle ACD = 50^\circ$.

247. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту 1 м . Какова дальность полета «снаряда», если пистолет установлен горизонтально на высоте 2 м ?

248. Как изменится время и дальность полета тела, брошенного горизонтально, при увеличении скорости бросания вдвое?

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

250. Шарик, вылетевший под действием воздуха из горизонтально расположенной на высоте $1,5 \text{ м}$ трубки длиной 20 см (рис. 41), упал на расстоянии $2,2 \text{ м}$. Найдите время полета шарика, скорость выхода его из трубки, время движения его в трубке, ускорение движения внутри трубки. Проведите подобный опыт. Ответьте на вопросы задачи, производя все необходимые измерения.

251. Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м , имея после разбега горизонтально направленную скорость 6 м/сек . Каковы величина и направление скорости мальчика при достижении им воды?

252. При горизонтальном бросании тела увеличение высоты на 6 м увеличило дальность его полета вдвое. Найти высоту места бросания.

253. Брошенный спортсменом под углом 30° к горизонту диск находился в полете после броска 3 сек. Какой наибольшей высоты достиг диск во время полета?

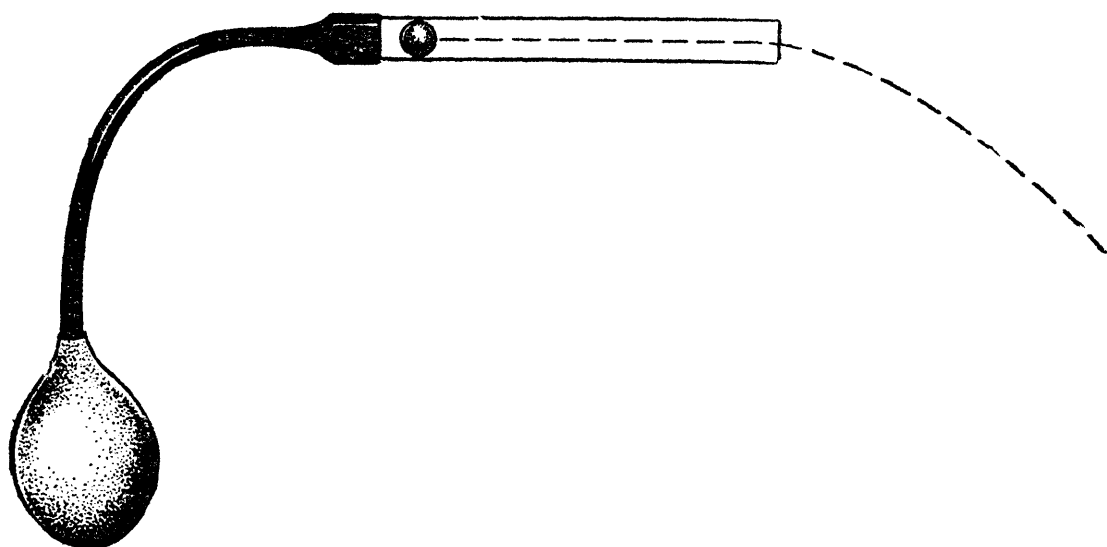


Рис. 41.

254. На каком расстоянии (считая по горизонтальному направлению) окажется стрела, выпущенная из лука со скоростью 40 м/сек под углом 60° к горизонту, через 3 сек после выстрела?

255. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты 14 м. Какова дальность полета диска?

256. Найти высоту подъема и дальность полета сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/сек под углом 60° к горизонту.

257. Как и во сколько раз отличаются друг от друга высоты подъема и дальности полета двух тел, брошенных под углом 30 и 60° к горизонту с одинаковыми скоростями?

§ 13. Кинематика вращательного движения

258. Какова угловая скорость (в об/мин) секундной, минутной и часовой стрелок часов?

259. Конец минутной стрелки часов на Спасской башне Кремля передвинулся за 1 мин на 37 см. Какова длина стрелки?

260. Турбина Куйбышевской ГЭС имеет диаметр рабочего колеса $9,3$ м и вращается со скоростью $68,2$ об/мин, а турбина Братской ГЭС соответственно $5,5$ м и 125 об/мин. Найти линейные скорости концов лопаток этих турбин.

261. Линейная скорость точек на рабочей поверхности шлифовального круга не должна превышать 100 м/сек. Определить предельное число оборотов в минуту для круга диаметром 30 см.

262. Минутная стрелка часов в три раза длиннее секундной. Найти отношение линейных скоростей концов стрелок.

263. С какой угловой скоростью (в об/мин) нужно вращать барабан лебедки диаметром 16 см, чтобы скорость подъема груза была $0,4$ м/сек?

264. Найти предельную скорость движения автомобиля МАЗ-200, если на этой скорости его колесо диаметром $1,1$ м вращается, делая 310 об/мин.

265. С какой угловой скоростью (в об/мин) вращается колесо автомобиля «Победа» при максимальной скорости 108 км/ч, если диаметр колеса 70 см?

266. Выведенный на орбиту 3 ноября 1957 г. второй искусственный спутник Земли имел среднюю скорость $7,4$ км/сек и период обращения $103,7$ мин. Считая орбиту круговой и движение по ней равномерным, вычислить расстояние спутника от поверхности Земли. Радиус Земли принять равным 6400 км.

267. Какова линейная скорость точек земной поверхности на широте Ленинграда (60°) при вращении Земли вокруг оси? Радиус Земли считать равным 6400 км.

268. Во сколько раз линейная скорость точек земной поверхности на экваторе при суточном вращении Земли больше, чем в Краснодаре (широта 45°) и Ленинграде (широта 60°)? В каком направлении и где выгоднее запускать ракеты-носители спутников?

269. Электродвигатель токарно-винторезного станка имеет шкив диаметром 78 мм, вращающийся с угловой скоростью 1440 об/мин. С какой скоростью (в об/мин) вращается шкив станка диаметром 160 мм?

270. Угловая скорость вращения ветроколеса ветродвигателя 30 об/мин; якоря электродвигателя 1500 об/мин; барабана сепаратора 8400 об/мин; шпин-

деля шлифовального станка 96 000 *об/мин*. Вычислить эти угловые скорости в *рад/сек*.

271. Угловая скорость вращения шпинделя токарного станка 120 π *рад/сек*. Выразить ее в *об/мин*. Найти период вращения.

272. Радиус колеса автомобиля «Москвич» 32 *см*, а грузового автомобиля МАЗ-200—55 *см*. Сравнить угловые скорости вращения колес этих автомобилей при одинаковой скорости движения.

273. Какова угловая скорость (в *рад/сек*) колеса сенокосилки диаметром 70 *см* при скорости движения сенокосилки 5,4 *км/ч*?

274. Диаметр колес моторного вагона электропоезда равен 105 *см*. Зубчатое колесо на валу электродвигателя имеет 19 зубцов, а на оси вагона 70 зубцов. Каковы число оборотов в минуту и угловая скорость якоря электродвигателя при скорости поезда 90 *км/ч*?

275. Для питания лампочки фонаря велосипеда применяют динамо-машину, на оси которой находится ролик, приводимый во вращение от переднего колеса велосипеда. Каковы число оборотов в минуту и угловая скорость якоря динамо-машины, если велосипед движется со скоростью 6 *м/сек*? Радиус ролика, насаженного на вал якоря, 2 *см*.

§ 14. Центростремительное ускорение. Центростремительная сила

276. Поезд движется по закруглению радиусом 400 *м* со скоростью 36 *км/ч*. Найти центростремительное ускорение поезда.

277. Ротор турбины реактивного двигателя имеет диаметр 40 *см* и вращается со скоростью 12 000 *об/мин*. Во сколько раз величина центростремительного ускорения концов турбинных лопаток больше величины ускорения свободного падения?

278. Период вращения платформы карусельного станка 4 *сек*. Найти центростремительное ускорение крайних точек вращающейся платформы, если диаметр ее 5 *м*.

279. Диаметр ведущего шкива в два раза больше диаметра ведомого. Как и во сколько раз отличаются друг от друга центростремительные ускорения внешних точек этих шкивов?

280. Платформа карусельного станка имеет диаметр 2 м. На самом краю вращающейся платформы укреплена деталь массой 50 кг. Какова величина центробежной силы, действующей на эту деталь, если период вращения равен 0,8 сек?

281. Барабан молотилки массой 100 кг вращается, делая 1000 об/мин. Какая центробежная сила действует на его центр тяжести, если он сместился относительно оси вращения на 2 мм? Почему необходима тщательная центровка?

282. Внутренний диаметр формы для центробежного литья 150 мм, число оборотов ее вращения 1000 об/мин. С какой силой давит на стенку формы каждый грамм расплавленного металла, соприкасающегося с ней? Во сколько раз искусственная «тяжесть» при этих условиях больше силы земного притяжения?

283. Маховик радиусом 40 см вращается со скоростью 1800 об/мин. Во сколько раз центробежная сила больше веса обода маховика? Считать, что вся масса маховика сосредоточена в ободе.

284. В сепараторах молоко, представляющее собой смесь сливок плотностью $0,93 \text{ г/см}^3$ и обрат (обезжиренного молока) плотностью $1,04 \text{ г/см}^3$, приводится в быстрое вращение. Как распределяются (относительно оси вращения и периферии) составные части молока? Почему разделение происходит во много раз быстрее, чем при обычном отстаивании?

285. На нити, прочность которой на разрыв 10 кГ, вращается в горизонтальной плоскости шар массой 200 г, описывая окружность радиусом 0,5 м. При какой угловой скорости (в об/мин) наступит разрыв нити?

286. С какой силой в горизонтальном направлении давит вагон трамвая на внешний рельс, если он движется по закруглению радиусом 12 м со скоростью 7,2 км/ч? Вес вагона 18 000 кГ. Как и во сколько раз изменится сила давления, если скорость движения увеличится втрое?

287. С какой угловой скоростью (в об/мин) должно вращаться тело по окружности радиусом 60 см, чтобы центробежная сила вдвое превышала его вес?

288. Какую скорость должен иметь искусственный спутник, чтобы обращаться по круговой орбите на высоте 600 км над поверхностью Земли? Каков период об-

ращения его? Радиус Земли 6400 км. Ускорение силы тяжести на этой высоте считать $8,4 \text{ м/сек}^2$.

289. На какой угол от вертикали надо отклонить маятник, чтобы в момент прохождения им положения равновесия сила натяжения нити оказалась в 2,5 раза больше веса маятника?

290. Найти наименьший радиус дуги поворота для автомашины, движущейся со скоростью 36 км/ч, при коэффициенте трения скольжения колес о дорогу 0,25.

291. Почему в гололедицу автомашину при крутых поворотах «заносит»?

292. Тело, помещенное на расстояние 20 см от оси вращения на горизонтальном плоском диске, оказалось сброшенным с него в тот момент, когда скорость вращения диска довели до 30 об/мин. Найти коэффициент трения тела о поверхность диска.

293. Груз весом 0,5 кг, подвешенный на нити длиной 80 см, вращается в вертикальной плоскости со скоростью 120 об/мин. С какой силой натянута нить при прохождении груза через верхнюю и нижнюю точки траектории?

294. Автомашина весом 2000 кг проходит со скоростью 36 км/ч по выпуклому мосту, радиус кривизны которого 40 м. С какой силой давит автомашина на середину моста?

295. Используя условие предыдущей задачи, найти скорость движения, при которой пассажир перестанет давить на сиденье, т. е. на мгновение окажется в состоянии «невесомости». Значит ли это, что исчезла сила притяжения к Земле? Каким другим путем в земных условиях мы можем находиться (очень кратковременно) в состоянии «невесомости»?

296. Груз весом 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Прочность шнура на разрыв 50 кг?

297. Маятник весом P отклонен на угол α от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?

298. Конькобежец движется со скоростью 10 м/сек по окружности радиусом 30 м. Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие?

299. Велотрек (дорожка для велосипедных гонок) имеет закругление радиусом 40 м. В этом месте дорожка наклонена к горизонту на 40° . На какую скорость езды рассчитан такой наклон?

300. Мотоцикл при повороте движется со скоростью 45 км/ч по дуге радиусом 40 м. В какую сторону и на какой угол, считая от вертикали, отклонится он при повороте?

301. В какую сторону кренится кузов автомашины при повороте влево? Почему?

302. На сколько следует поднять наружный рельс над внутренним на закруглении радиусом 400 м, чтобы при скорости движения 54 км/ч сила давления поезда на рельсы была перпендикулярна к ним? Ширина железнодорожной колеи равна 152,4 см.

303. С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной площадке, описывая дугу радиусом 80 м, если коэффициент трения скольжения резины о поверхность площадки 0,4? На какой угол от вертикали он должен отклоняться?

Глава 5

ВСЕМИРНОЕ ТЯГОТЕНИЕ

§ 15. Закон всемирного тяготения

304. Почему вблизи высоких гор отвес немного отклоняется от вертикального направления в сторону гор?

305. С какой силой притягиваются друг к другу два корабля массой 10 000 т каждый на расстоянии 50 м друг от друга?

306. На какое расстояние друг от друга надо удалить два тела массой 1 т каждое, чтобы сила их притяжения оказалась равной 0,001 кГ? Возможно ли осуществить такой опыт на практике?

307. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле при удалении его от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли?

308. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения спутника станет вдвое меньше, чем на поверхности?

309. Величину силы 1 кГ определяют так: «Сила притяжения к Земле тела массой 1 кг на уровне океана и 45 -й параллели географической широты». Почему в этом определении указаны уровень океана и широта места?

310. С какой силой притягивается к Земле летчик-космонавт, если он находится на высоте 400 км от поверхности Земли? Вес космонавта на поверхности Земли 70 кГ . Почему при свободном полете на этой высоте он находится в состоянии невесомости? Радиус Земли считать равным 6400 км .

311. В научно-фантастическом романе «Звезда КЭЦ» автор пишет, что на космической станции, обращающейся как спутник вокруг Земли, все тела невесомы и поэтому на ней возможно обрабатывать материалы ударом. В чем автор прав и в чем не прав? Станет ли больно «невесомой» руке, если ею сильно ударить о «невесомый» стол?

312. Какова величина ускорения свободного падения на высоте (над поверхностью Земли), равной половине радиуса Земли?

313. На поверхности Земли третий искусственный спутник Земли имел вес 1330 кГ . По кривой зависимо-

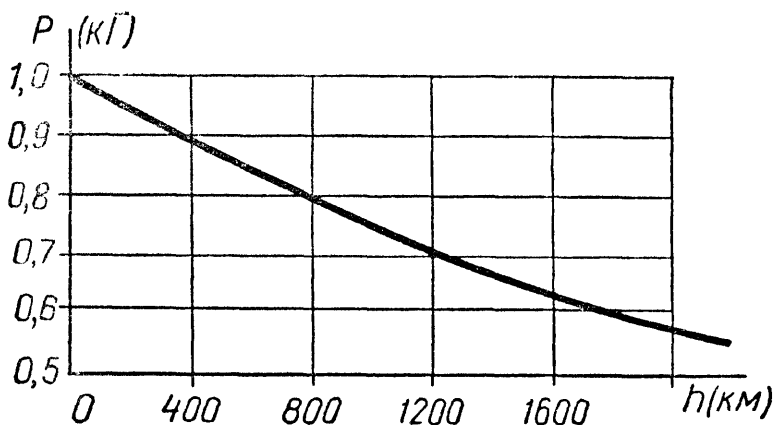


Рис 42.

сти веса тела от высоты над земной поверхностью (рис. 42) найдите вес спутника во время наибольшего удаления его от поверхности Земли — 1880 км .

314. Воспользовавшись графиком, изображенным на рисунке 42, найдите, на сколько процентов уменьшается вес тела при удалении от поверхности Земли на первую тысячу километров; на вторую тысячу километров.

315. С какой силой притягивается к Земле тело массой 1 кг, помещенное на расстоянии 60 земных радиусов от центра Земли (среднее расстояние до Луны)?

316. Найти величину ускорения свободного падения на поверхности Луны, если ее масса равна $7,35 \cdot 10^{25}$ г, а диаметр 3470 км.

317. 12 сентября 1959 г. вторая советская космическая ракета доставила на Луну выпел Советского Союза. Во сколько раз сила притяжения выпела на Луне меньше, чем на Земле, если радиус Луны приблизительно в 3,8 раза меньше, чем радиус Земли, а ее масса в 81 раз меньше массы Земли?

318. Расстояние от Земли до Солнца $1,5 \cdot 10^{11}$ м, а период обращения Земли вокруг Солнца (1 год) равен $3,16 \cdot 10^7$ сек. Найти массу Солнца.

Глава 6

РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

§ 16. Работа и мощность

319. Башенный кран поднимает стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см^2 на высоту 12 м. Какую полезную работу совершает кран?

320. В воде с глубины 5 м до поверхности поднимают камень объемом $0,6 \text{ м}^3$. Плотность камня 2500 кг/м^3 . Найти работу по подъему камня.

321. Комбайном с шириной захвата 4,6 м убрали 18,4 га поля. Найти работу по перемещению комбайна, если тяговое усилие составляет 800 кГ.

322. Автомобиль ГАЗ-51 с полной нагрузкой весит 6200 кГ и движется со скоростью 54 км/ч при коэффициенте сопротивления 0,06. Найти полезную работу двигателя в течение 3 мин.

323. Совершается ли работа при свободном полете искусственного спутника Земли?

324. Сплавщик передвигает багром плот, прилагая к багру силу 20 кГ. Какую работу совершит сплавщик, переместив плот на 10 м, если угол между направлением силы и направлением перемещения 45° ?

325. Вес автомобиля МАЗ-200 без груза 6400 кГ. Грузоподъемность его 7000 кГ. Во сколько раз бóльшую мощность должен развивать двигатель при движении полностью загруженного автомобиля, чем порожнего, если движение происходит по той же дороге с той же скоростью?

326. Рассчитайте, какую вы развиваете мощность при подъеме по лестнице.

327. В наиболее высокой части Волго-Донского канала вода стоит на 44 м выше уровня воды в Доне. Какую полезную мощность развивают насосы, если они должны подавать на эту высоту 2700 м³ воды в минуту?

328. Двигатель насоса, подающего в течение 10 мин 72 м³ воды на высоту 3 м, развивает мощность 4,5 кВт. Найти к. п. д. установки.

329. Мощность электровоза Н-8 равна 4100 кВт. Найти силу тяги электровоза при скорости движения 45 км/ч.

330. Трактор на пахоте преодолевает силу сопротивления 1000 кГ, развивая полезную мощность 36 кВт. С какой скоростью движется трактор?

331. Какое сопротивление преодолевает бульдозер при разравнивании грунта, если он движется со скоростью 3,6 км/ч и развивает мощность 100 кВт, а 40% мощности двигателя расходуется на перемещение самой машины?

332. Найти мощность на крюке у трактора, если вес трактора 4500 кГ, скорость движения его 4,5 км/ч, коэффициент трения при движении по полю 0,2, а двигатель его развивает мощность 38 кВт.

333. Определить силу сопротивления резанию строгального станка при скорости резания 75 см/сек, если мощность двигателя станка 9 кВт и к. п. д. станка 80%.

334. При помощи системы, состоящей из одного неподвижного и одного подвижного блоков, поднимают груз 240 кГ на высоту 4 м силой 150 кГ. Чему равна полезная работа и к. п. д. системы?

335. Трактор тянет на подъем, равный 0,02, по вспаханному полю груженный прицеп, коэффициент сопротивления для которого равен 0,22. Определить мощность, развиваемую трактором, если вес прицепа 3000 кГ, а скорость перемещения 5,4 км/ч.

336. Тяговая мощность (мощность на крюке) трактора равна 30 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп весом 2200 кг на подъем 0,2 при коэффициенте сопротивления 0,4?

337. Какую работу надо совершить, чтобы поднять вагонетку с углем весом 200 кг по эстакаде длиной 10 м и высотой 2 м при коэффициенте трения 0,05. Каков коэффициент полезного действия эстакады?

338. Вращающий (крутящий) момент вала двигателя рассчитывается по формуле $M = \frac{N}{2\pi n}$, где n — число оборотов вала в секунду, N — мощность двигателя (в вт), M — вращающий момент (в н·м). Выведите эту формулу.

339. Мощность трактора на шкиве 7,2 кВт. Используя формулу, выведенную в предыдущей задаче, найти вращающий момент шкива при скорости вращения 360 об/мин.

340. Вращающий момент на валу электродвигателя, приводящего в движение барабан молотилки, 70 н·м. По формуле, выведенной в задаче 338, найти мощность двигателя, если число оборотов его 1440 об/мин.

§ 17. Энергия. Закон сохранения энергии. Удар

341. На рисунке 43 приведен график зависимости между упругим удлинением пружины динамометра и величиной растягивающей силы. Подсчитайте по графику потенциальную энергию пружины, растянутой на 8 см.

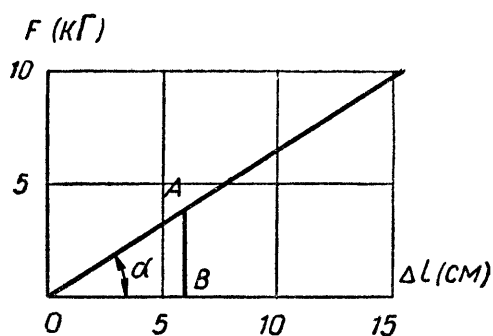


Рис. 43.

Укажите физический смысл тангенса угла α и площади треугольника OAB .

342. Для сжатия пружины буфера железнодорожного вагона на 8 см пришлось приложить силу 40 кН. Найдите энергию сжатой пружины.

343. Во сколько раз изменится потенциальная энергия пружины при увеличении абсолютного удлинения в 2 раза?

344. Какую работу совершают: а) штангист, поднимав-

ший штангу весом 100 кг на высоту 1,8 м, б) баскетболист весом 70 кг, подпрыгнувший на 40 см?

345. Какая работа совершается при ударе кузнечного молота (до остановки) массой 1200 кг, если скорость в начале удара 6 м/сек?

346. Во сколько раз кинетическая энергия самосвала МАЗ-525 массой 50 т, движущегося со скоростью 27 км/ч, больше кинетической энергии автомобиля «Москвич» массой 1300 кг, движущегося со скоростью 72 км/ч?

347. Найти кинетические энергии: а) частицы массой $6,7 \cdot 10^{-24}$ г, движущейся со скоростью 20 000 км/сек, б) электрона массой $9 \cdot 10^{-28}$ г, движущегося со скоростью $2,8 \cdot 10^6$ м/сек.

348. Найти кинетическую энергию третьего искусственного спутника Земли массой 1327 кг (округлить до 1300 кг), движущегося со скоростью 7,8 км/сек, и сравнить ее с энергией поезда массой 2000 т, движущегося со скоростью 72 км/ч.

349. Вес ударной части паровоздушного молота равен 1800 кг, а энергия удара 27 000 дж. Найти скорость ударника молота в момент удара.

350. До какой высоты поднимается мяч весом 300 Г, если ему при бросании вертикально вверх сообщена энергия 60 дж?

351. Камень весом 100 Г брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/сек. Найти величину потенциальной энергии камня в высшей точке его траектории.

352. Предмет весом 0,8 кг падает с высоты 5 м. Какова потенциальная и кинетическая энергия его на высоте 3 м над Землей?

353. Какова потенциальная и кинетическая энергия стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/сек вертикально вверх, через две секунды после начала движения?

354. Автомобиль начинает тормозить при скорости 36 км/ч. Масса автомобиля 3 т. Какое расстояние прошел он от начала торможения до полной остановки, если тормозящая сила 2,5 кН?

355. С какой скоростью двигался поезд массой 1500 т, если под действием тормозящей силы 150 кН он прошел от начала торможения до остановки путь 300 м?

356. Крокетный шар массой 250 г после удара молотком прокатился по земле до остановки 25 м. Какой скоростью и кинетической энергией обладал шар сразу же после удара, если коэффициент трения 0,1?

357. Поезд, трогаясь с места, движется с ускорением $0,3 \text{ м/сек}^2$. Сравнить работу по увеличению кинетической энергии поезда и по преодолению сопротивления, если коэффициент сопротивления движению равен 0,06.

358. Электропоезд в момент выключения тока имел скорость 8 м/сек. Какое расстояние пройдет он по горизонтальному пути до полной остановки, если коэффициент сопротивления 0,005?

359. Для автомобиля «Победа», движущегося по асфальтированной дороге со скоростью 50 км/ч, тормозной путь равен 15 м, а путь свободного качения до остановки 455 м. Найти коэффициент сопротивления в обоих случаях.

360. Падая с высоты 20 м, камень весом 1 кг приобрел скорость 18 м/сек. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха.

361. Мяч бросают вертикально вниз с высоты h . С какой начальной скоростью его надо бросить, чтобы затем он подпрыгнул вверх на высоту, вдвое большую? Потерями энергии при движении и отскоке мяча пренебречь.

362. Самолет массой 2 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 50 м/сек. Находясь на высоте 1200 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе. Пройдя планирующим полетом 8 км, самолет достигает дорожки аэродрома, имея скорость 25 м/сек. Определить среднее значение силы сопротивления воздуха во время планирующего полета.

363. Тело брошено со скоростью v_0 под некоторым углом к горизонту. Определить его скорость на высоте h .

364. С горы высотой $h = 2 \text{ м}$ и основанием $b = 5 \text{ м}$ съезжают санки, которые останавливаются, пройдя по горизонтали $l = 35 \text{ м}$. Найти коэффициент трения, считая его одинаковым на всем пути.

365. Для определения коэффициента трения можно воспользоваться таким методом. Испытуемое тело А (рис. 44), имеющее вес P , помещают на горизонтальную поверхность, коэффициент трения о которую требуется

найти: К телу A прикреплена нить, закрепленная другим концом в точке D . Придерживая рукой тело A , подвешивают к нити груз Q , а затем отпускают тело A . Груз Q опускается на высоту h , тело же A перемещается на плоскости на расстояние l . Как определить коэффициент трения, если известны P , Q , h , и l ?

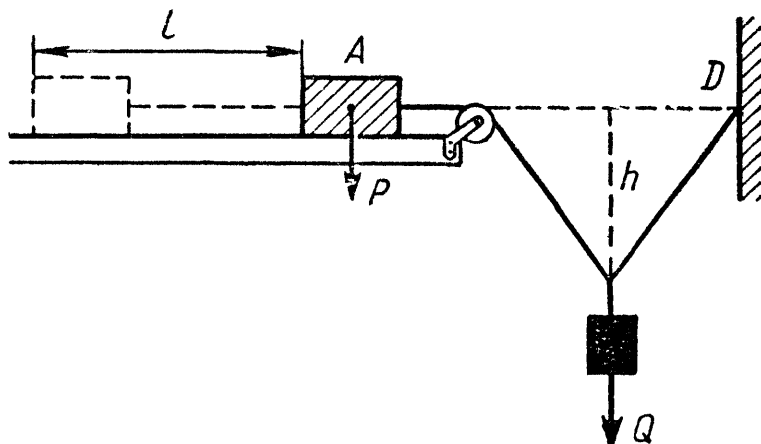


Рис. 44.

Решите задачу для следующих данных: $P = 750 \text{ Г}$; $Q = 200 \text{ Г}$; $l = 20 \text{ см}$; $h = 15 \text{ см}$.

366. Цирковой артист весом 60 кг прыгает с высоты 10 м на растянутую сетку. С какой средней силой он давит на сетку, если она прогибается на 1 м ? Какова была бы средняя сила давления на сетку, если бы прогиб был только $0,1 \text{ м}$?

367. Найти среднюю силу сопротивления грунта при погружении в него свай, если под действием падающей с высоты $1,4 \text{ м}$ ударной части свайного молота весом 6000 кг свая погружается в грунт на 4 см .

368. Железнодорожный вагон массой 20 т надвигается на упор со скоростью $0,2 \text{ м/сек}$. Обе буферные пружины вагона сжимаются, каждая на 5 см . Определить среднюю и максимальную силы сжатия каждой пружины.

369. Ударная часть свайного молота массой 6000 кг свободно падает с высоты $1,4 \text{ м}$. Рассчитать среднюю мощность: а) при падении ударной части; б) при ударе, считая время удара $0,1 \text{ сек}$; в) при подъеме, считая, что подъем происходит равномерно со скоростью $1,5 \text{ м/сек}$.

ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

§ 18. Сопротивление среды

370. Почему космический корабль будущего, отправляемый на Луну с искусственного спутника Земли (межпланетной станции), может не иметь обтекаемой формы?

371. Почему, ныряя с вышки, пловец входит в воду в вертикальном, а не горизонтальном положении?

372. Почему легче плыть, чем бежать по дну по пояс погруженным в воду?

373. Три разные по форме, но одинаковые по весу, объему и лобо-

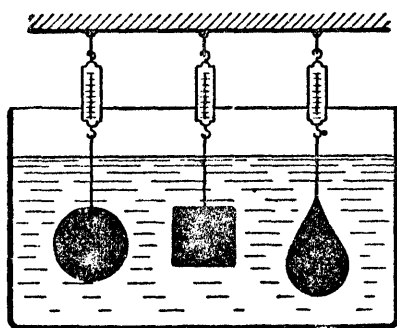


Рис. 45.

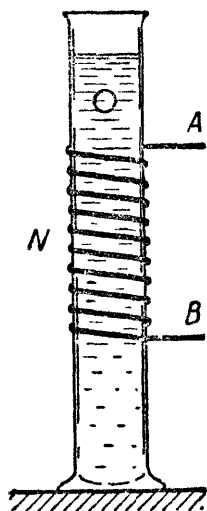


Рис. 46.

вой поверхности тела, изображенные на рисунке 45 (шар, куб и тело грушевидной формы), поднимаются с одинаковыми скоростями из жидкости. Одинаковы ли будут показания динамометров?

374. Почему шарик в трубке, заполненной жидкостью, падает ускоренно, но с постепенно убывающим ускорением, а при достаточно длинной трубке движение шарика в дальнейшем становится равномерным?

375. В трубке (рис. 46), наполненной жидкостью, падает шарик. Часть жидкости (N) в трубке быстро нагревается электрическим током, проходящим по проволоке AB . Почему шарик в части трубки N резко увеличивает скорость своего движения?

376. Почему равномерное движение шарика в жидкости наступает сравнительно скоро, а при падении в

воздухе только после того, как шарик пролетит значительное расстояние?

377. Почему снежинки падают медленно, а капли дождя быстро?

378. Почему крупные капли дождя имеют бóльшую скорость падения, чем мелкие?

379. Стальной и деревянный шарики одинакового объема падают с достаточно большой высоты. Какой из них раньше упадет на Землю?

380. Сопротивление воздуха для движущегося тела вычисляется по формуле: $F = kSv^2$, где k — коэффициент обтекаемости в $\text{н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$, S — площадь лобового сопротивления в м^2 ; v — скорость в $\text{м}/\text{сек}$; F — сила сопротивления воздуха в н .

Рассчитать силу сопротивления при движении автомобиля «Победа» со скоростью $72 \text{ км}/\text{ч}$, если площадь лобового сопротивления равна $2,2 \text{ м}^2$ и коэффициент обтекаемости $0,24 \text{ н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$.

381. Автомобиль движется со скоростью $36 \text{ км}/\text{ч}$ против ветра, дующего со скоростью $5 \text{ м}/\text{сек}$. Во сколько раз уменьшится сила сопротивления воздуха при движении автомобиля, если он будет двигаться с той же скоростью по ветру? (См. задачу 380.)

382. При какой скорости лобового ветра автомобиль «Москвич» весом 900 кг , стоящий на горизонтальной дороге, может сдвинуться с места под действием ветра, если площадь лобового сопротивления равна $1,5 \text{ м}^2$, коэффициент обтекаемости $0,35 \text{ н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$, а коэффициент сопротивления движению $0,03$? (см. задачу 380.)

383. Какую мощность развивает двигатель автобуса при движении со скоростью $54 \text{ км}/\text{ч}$, если вес автобуса 5000 кг , коэффициент сопротивления качению $0,02$, коэффициент обтекаемости $0,3 \text{ н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$ и площадь лобового сопротивления 5 м^2 ? Как распределяется мощность (в %), идущая на преодоление трения и на преодоление сопротивления воздуха? Для нахождения силы сопротивления воздуха пользоваться формулой задачи 380.

§ 19. Давление в движущейся жидкости и газе

384. Где больше скорость течения воды в реке: на плёсе (широкое и достаточно глубокое место) или на перекате (узкое и мелкое место)?

385. Если сильно дуть в трубку *A* (рис. 47), к концу которой прикреплен диск *B*, то подвешенный на близком расстоянии от него легкий картонный диск *C* станет притягиваться. Чем объяснить явление?

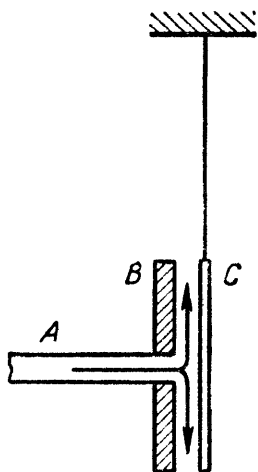


Рис. 47.

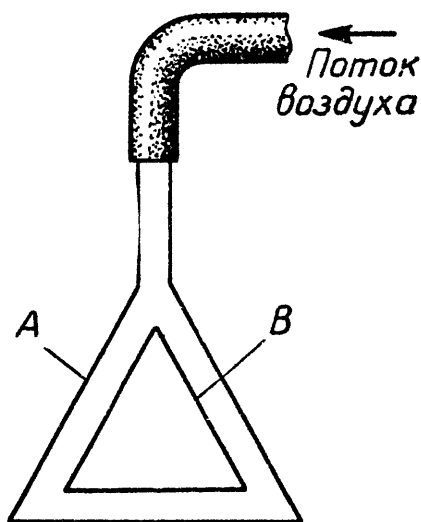


Рис. 48.

386. Почему в устьях рек почти всегда образуются мели и островки?

387. Объясните, почему бумажный конус *B* (рис. 48) втягивается в воронку *A*, а не выталкивается из нее при продувании через нее воздуха.

388. Если через трубку *A* (рис. 49) продувать воздух, то при некоторой скорости его движения по труб-

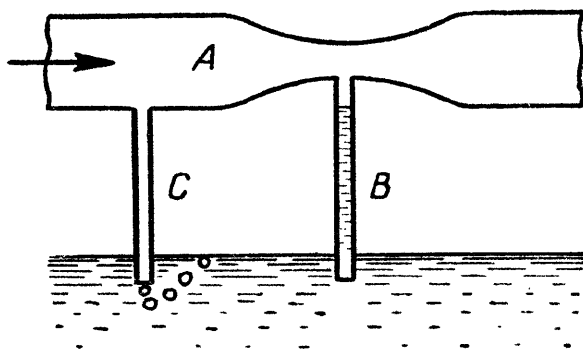


Рис. 49.

ке *B* будет подниматься вода, а из трубки *C* воздух будет выходить пузырьками? Объясните явление.

389. Человек должен проплыть некоторое расстояние по реке между двумя пунктами туда и обратно.

В одном направлении ему придется плыть против течения, в обратном направлении — по течению. Как ему выгоднее плыть в том и другом направлении; посередине реки или у берега?

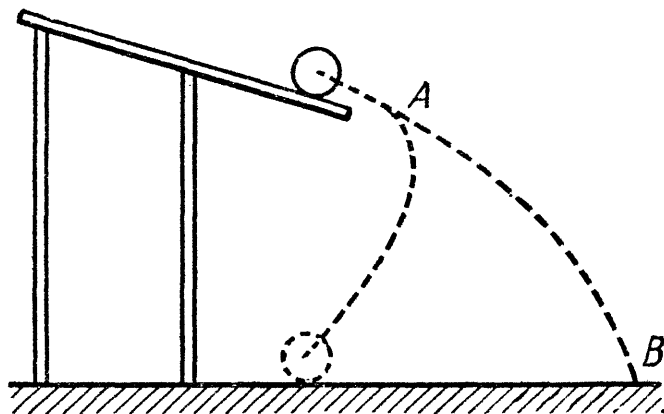


Рис. 50.

390. Почему легкий бумажный цилиндр, скатываясь с наклонной плоскости, движется не по параболе AB (рис. 50), а отклоняется к основанию наклонной плоскости?

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

392. Для чего пожарный брандспойт делается постепенно сужающимся к выходному отверстию?

393. Почему при вытекании воды из водопроводного крана сечение струи по мере удаления от отверстия постепенно сужается?

394. Рассчитайте, с какой скоростью вытекает вода из крана водопроводной трубы, измерив площадь сечения выходного отверстия и время наполнения сосуда известной емкости.

395. Мариновская насосная станция Волго-Донского судоходного канала имени В. И. Ленина по трем тру-

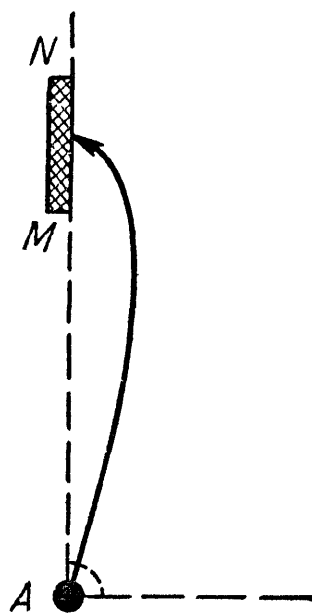


Рис. 51.

бам, диаметром 2,8 м каждая, подает 45 м³ воды в секунду. Определить среднюю скорость течения воды в трубах.

396. Шлюзовые камеры канала имени Москвы имеют длину 300, а ширину 30 м; высота напора составляет 8 м. Для наполнения камеры водой ее подают по двум галереям квадратного сечения со сторонами по 4,5 м со средней скоростью 2,5 м/сек. Сколько времени требуется для заполнения камер водой?

397. Землесос вынимает 500 м³ грунта в час. Смешанный с водой грунт носит название «пульпы». «Пульпу» передают по трубе в то место, где нужно отложить грунт. Объем «пульпы» в 10 раз больше объема грунта. Какова средняя скорость движения «пульпы» в трубе, если диаметр трубы 0,6 м?

398. Землесос вынимает 350 м³ грунта в час. Объем «пульпы» в 6 раз больше объема вынутого грунта. Средняя скорость движения «пульпы» в трубе грунтопровода 3 м/сек. Каков диаметр трубы?

399. Средняя скорость течения воды в широкой части трубы 10 см/сек. Какова средняя скорость ее течения в узкой части, диаметр которой в 4 раза меньше диаметра в широкой части?

400. Через рабочее колесо турбины Куйбышевской ГЭС проходит 700 м³/сек воды под напором 25 м. Вычислить мощность турбины, если ее к. п. д. 90%.

401. Каков к. п. д. сельской гидроэлектростанции, если полезная мощность турбин при напоре воды 5 м и расходе 20 м³/сек составляет 800 кВт?

402. Сельская гидроэлектростанция работает при напоре воды 4 м. При каком расходе воды турбина будет развивать номинальную мощность 600 кВт, если к. п. д. турбины 75%.

403. Чему равен расход воды во всех четырех турбинах Цимлянской ГЭС, если мощность каждой из них 40 000 кВт, к. п. д. турбин 90%, а вода поступает под напором 26 м?

404. Ротор ветродвигателя ометает своими крыльями площадь 30 м². Скорость ветра 10 м/сек. Какова мощность потока воздуха, проходящего через эту площадь? Каков к. п. д. двигателя, если при данной скорости он развивает мощность 5,5 кВт?

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

§ 20. Колебательное движение

405. Шарик, закрепленный на пружине (рис. 52), растягивающейся или сжимающейся на 1 см под действием силы 1,5 кГ, скользит на стержне. Шарик отведен на 2 см (в точку А) от положения равновесия (точка О) и отпущен. Какая сила действует на шарик в точках А и О и в точке В, отстоящей на 1,2 см от точки О? В каких точках на шарик действует сила 2,25 Г? Трением пренебречь.

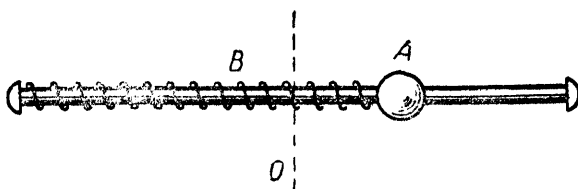


Рис. 52.

406. По условию предыдущей задачи найти ускорение шарика в точках А, О, В, если его масса 10 г.

407. Шарик, скользящий по стержню (рис. 52), совершил 8 полных колебаний за 4 сек. Каковы период и частота колебаний?

408. Определить частоту и период колебаний поршня в цилиндре паровой машины паровоза, диаметр ведущих колес которого равен 1,5 м, при движении со скоростью 72 км/ч.

409. Амплитуда незатухающих колебаний точки струны 0,5 мм, частота 300 гц. Какое расстояние пройдет точка за 1 сек?

410. Тело (например, маятник часов) совершает незатухающие гармонические колебания. Какие из величин: смещение, амплитуда, период, частота, скорость, ускорение — являются постоянными и какие переменными?

411. Каков период колебаний математического маятника длиной 1,5 м?

412. Какую длину должен иметь математический маятник с периодом колебания 1 сек *?

413. Какое значение величины ускорения свободного падения получил учащийся при выполнении лабораторной

* В целях упрощения вычислений рекомендуется принимать отношение g (в м/сек²) к π^2 численно равным единице.

работы, если математический маятник длиной 80 см за 180 сек совершил 100 колебаний?

414. Каково отношение периодов колебания математических маятников, длины которых 1 м и 25 см?

415. Как относятся длины математических маятников, если за одинаковое время один из них совершает 50, а второй 150 колебаний?

416. Куда надо переместить чечевицу маятника часов при отставании их?

417. Как и во сколько раз надо изменить длину математического маятника, чтобы частота колебаний его увеличилась вдвое?

418. Как изменяется ход часов с маятником: а) при повышении температуры; б) при поднятии их на гору; в) при перемещении от полюса к экватору?

419. За одно и то же время один математический маятник делает 25 колебаний, а второй 15. Найти длины их, если один из них на 32 см короче другого.

420. Почему в дни всенародных празднеств при движении колонн трудящихся оркестры обязаны прекратить игру при вступлении колонны на мост?

421. Чтобы помочь шоферу вывести автомобиль, засевший в грязи, несколько человек «раскачивают» автомобиль, причем, как правило, толчки производятся по команде. Безразлично ли, через какие промежутки времени подавать команду?

422. Почему все вращающиеся детали машин насаживают на ось вращения строго через центр тяжести?

423. Зачем на тахометрах, регистрирующих число оборотов вала в минуту некоторых машин (турбогенераторов, мощных дизельных двигателей), красной меткой отмечают частоту собственных колебаний машины?

424. Период колебаний воды в ведре 0,9 сек. При какой скорости несущего в ведре воду человека вода из ведра начнет наиболее сильно расплескиваться? Длина шага человека 60 см.

§ 21. Фаза колебания. Сложение колебаний

425. Уравнение движения имеет вид: $x = 5 \sin 4\pi t$ (см). Найти амплитуду, период и частоту колебаний, если t выражено в сек.

426. Уравнение движения имеет вид: $x = 0,2 \sin 25,12 t$ (см). Какова амплитуда, период и частота колебаний, если t выражено в сек?

427. По графику смещения колеблющейся точки (рис. 53): а) найдите амплитуду колебания, период, частоту и величину смещения для фаз: $\frac{\pi}{6}$, $\frac{\pi}{3}$, $\frac{7\pi}{6}$, 2π ;

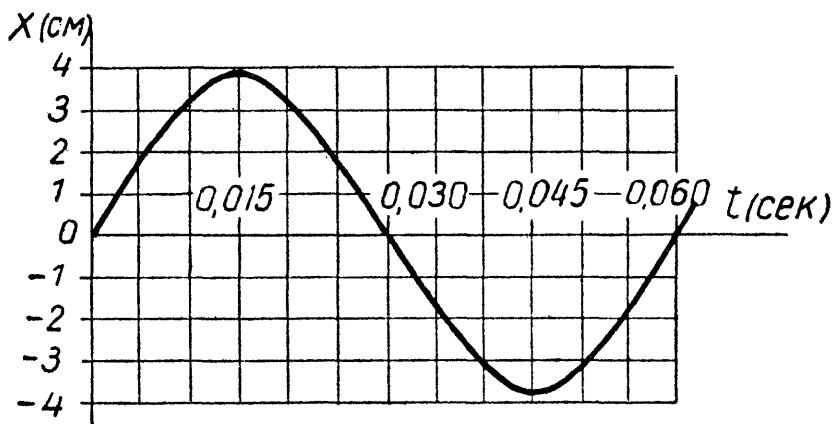


Рис. 53.

б) найдите среднюю скорость движения за первую $1/12$ долю периода и за вторую $1/12$ периода; в) напишите уравнение этого движения.

428. Уравнение колебательного движения: $x = 2 \sin 50\pi t$ (см), где t выражено в сек. Найти смещение и фазу колебания через 0,005 и 0,01 сек, считая от начала периода.

429. Амплитуда колебаний 10 см, а частота 0,5 гц. Напишите уравнение колебательного движения. Начертите график смещения в зависимости от времени.

430. Частота колебаний 10 гц. Сколько времени проходит до наступления фаз $\frac{\pi}{6}$, $\frac{\pi}{3}$, $\frac{8\pi}{5}$, $\frac{7\pi}{6}$?

431. Частота колебаний 50 гц. Сколько времени проходит до наступления фаз: 60, 135, 150, 300°?

432. Каким фазам (в пределах одного периода) соответствуют нулевые и наибольшие по абсолютному значению смещения, скорости и ускорения гармонического колебания?

433. При каких фазах (в пределах одного периода) смещение колеблющейся точки равно ± 10 см, если амплитуда колебания 20 см?

434. Найти отношение времен, за которые колеблющаяся точка проходит пути, равные первой и второй

половинам амплитуды (считая от положения равновесия).

435. Путь, равный амплитуде, колеблющаяся точка проходит за четверть периода. Найти отношение путей, которые проходит точка за первую и вторую половины этого времени.

436. При амплитуде колебаний 4 мм и частоте 10 гц отклонение от положения равновесия оказалось 1,24 мм. Через какое кратчайшее время, считая от начала периода, это произошло?

437. Концы ножек камертона колеблются с амплитудой 0,5 мм и частотой 100 гц. Найти среднюю скорость движения за $\frac{1}{4}$ периода. Напишите уравнение движения.

438. Какова величина амплитуды результирующего колебания, если составляющие колебания совпадают по фазе и имеют амплитуды 5 и 3 см *?

439. Какова амплитуда сложного колебания, если составляющие колебания сдвинуты по фазе на угол π и амплитуды их 8 и 5 см?

440. Написать уравнение результирующего колебания, если составляющие колебания заданы уравнениями: а) $x_1 = 4 \sin \omega t$ (см) и $x_2 = 2,5 \sin \omega t$ (см); б) $x_1 = 3 \sin \frac{\pi}{12} t$ (см) и $x_2 = 2 \sin \left(\frac{\pi}{12} + \pi \right) t$ (см).

§ 22. Волны

441. Какова скорость распространения колебательного движения, если длина волны 20 см, а частота колебаний 200 гц?

442. Вдоль натянутой веревки со скоростью 8 м/сек распространяется волна. Найти длину волны, если период колебаний 0,1 сек.

443. По поверхности воды со скоростью 2 м/сек распространяется волна. Частота колебаний 4 гц. Какова разность фаз точек одного луча, отстоящих друг от друга на расстояниях 12,5; 25; 50 и 75 см?

444. Волна от парохода, проходящего по озеру, дошла до берега через одну минуту, причем расстояние

* В задачах № 438—440 полагать, что колебания происходят по одной прямой.

между соседними гребнями оказалось равным 1,5 м, а время между двумя последовательными ударами волны о берег 2 сек. Как далеко от берега проходил пароход?

445. Период колебания камертона 0,0025 сек. Какова длина волны звука, возбуждаемого в воздухе при 0°C ?

446. Какой частоте колебаний камертона соответствует длина звуковой волны в воздухе 34 см, если скорость звука 340 м/сек?

447. Каков период колебаний камертона, если длина волны возбуждаемого им звука в воздухе при 0°C равна 75 см?

448. Какой длины волны при 0°C возбуждает в воздухе камертон, частота колебаний которого 435 гц?

449. Как и во сколько раз изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду?

450. Каков будет результат интерференции водяных волн в точке, расстояние от которой до одного источника колебаний больше, чем до другого на 60, 120, 30 и 150 см? Длина волны 60 см.

451. Каково расстояние между узлами стоячей волны при скорости звука 342 м/сек и частоте колебаний 440 гц?

452. При опытном определении длины звуковой волны методом резонанса первое усиление звука камертона было получено при длине столба воздуха, равной 33 см. Чему равна длина звуковой волны? Какова скорость звука в воздухе, если частота колебаний камертона 260 гц?

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Глава 9

ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

§ 23. Масса и размеры молекул

453. Сколько молекул содержится в стакане воды (200 г)?

454. Сколько атомов содержится в стальном утюге объемом $0,5 \text{ дм}^3$?

455. Зная число Авогадро (N), плотность данного вещества (ρ) и молекулярный вес (μ), вывести формулы для вычисления числа молекул в единице массы данного вещества; в единице объема; в теле массой m .

456. 100 г воды полностью испарилось из стакана за 10 суток. Сколько в среднем молекул вылетало с поверхности воды за 1 сек?

457. В озеро средней глубиной 20 м и площадью 10 км^2 бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды объемом 2 см^3 , зачерпнутом из этого озера, если считать, что соль, растворившись, равномерно распределилась в озере?

458. Делая грубое предположение о том, что молекулы имеют вид шариков, и зная, что объем молекулы воды приблизительно равен $1,1 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$, найдите, какой процент от всего пространства, занятого водой, приходится на долю самих молекул и на долю промежутков между ними.

459. Считая, что диаметр молекулы кислорода приблизительно равен $3 \cdot 10^{-8} \text{ см}$, подсчитать, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы кислорода,

содержащиеся в 1 мг его, были бы расположены в один ряд, вплотную друг к другу. Во сколько раз длина этой нити оказалась бы больше среднего расстояния от Земли до Луны ($3,8 \cdot 10^5$ км)?

§ 24. Движение молекул. Силы взаимодействия между молекулами

460. Рассматривая под микроскопом каплю молока, мы видим на фоне бесцветной воды мелкие шарики масла, находящиеся во взвешенном состоянии. Чем объясняется их хаотическое движение?

461. Почему с повышением температуры возрастает интенсивность броуновского движения?

462. Почему броуновское движение наиболее мелких взвешенных частичек происходит особенно быстро, а более крупных едва заметно?

463. Чем объяснить, что сливки на молоке быстрее отстаиваются в холодном помещении?

464. Чтобы просолить огурцы, их надо держать в рассоле несколько дней, а картофель, опущенный в кипящий суп, просаливается в 15—20 мин. Почему?

465. Почему скорость диффузии газов зависит от температуры?

466. Детские воздушные шарики иногда наполняют светильным газом. Почему они уже через сутки перестают подниматься?

467. Если внутрь куска желатина поместить кусочек медного купороса, то через несколько дней мы заметим, что желатин окрасился в синий цвет, а на месте медного купороса образуется полость. Что доказывает этот опыт?

468. Почему запах только что пролившегося нашатырного спирта в другом конце комнаты обнаруживается лишь через несколько десятков секунд, хотя скорость движения молекул составляет несколько сот метров в секунду?

469. В чем сходство явлений спаивания металлов и склеивания бумаги?

470. Почему из осколков разбитого стакана невозможно собрать целый стакан, хотя между молекулами действуют силы сцепления?

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

§ 25. Внутренняя энергия тела и передача ее путем теплообмена. Составление уравнений теплового баланса

471. Как объяснить на основании молекулярно-кинетической теории нагревание тел при трении и при ударе?

472. Объясните, почему при быстром расширении газ охлаждается?

473. На сколько изменилась внутренняя энергия 2 л воды и чайника при нагревании их на плите от 20°C до кипения, если теплоемкость чайника составляет 400 дж/град?

474. В холодильник был поставлен алюминиевый бидон массой 0,5 кг с 3 л молока. За 20 мин их температура понизилась от 18 до 3°C . Определить среднее уменьшение внутренней энергии бидона с молоком за одну минуту.

475. Для отопления жилых помещений пользуются калориферами — системой труб, внутри которых движется горячая вода или водяной пар. Какое количество воды должно протекать в калорифере в течение часа для поддержания постоянной температуры в комнате, если потеря внутренней энергии ею составляет 42 кдж/мин? Температура поступающей в калорифер воды 54°C , а вытекающей 48°C .

476. На рисунке 54 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от увеличения их внутренней энергии. Каковы начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг?

477. На сколько градусов понизится температура воды в стеклянном стакане массой 160 г, содержащем 250 г воды при 90°C , если опустить в воду серебряную ложку массой 50 г при 20°C ? Чем объяснить сравнительно малое понижение температуры?

478. В стеклянный стакан массой 120 г и емкостью 200 см³, имеющий температуру 8°C , налили 20 г чаю

(заварки) при температуре 40°C и долили кипятком. Какая температура установилась в стакане?

479. Выполняя лабораторную работу по определению удельной теплоемкости алюминия, ученик опустил в калориметр, теплоемкость которого 42 Дж/град , содержащий 270 г воды при 12°C , кусок алюминия массой 200 г , нагретый до 100°C . Температура в калориметре установилась 23°C . Какое значение удельной теплоемкости получил ученик? Сопоставьте с табличными данными и установите, на сколько % ошибся ученик. Объясните, какие измерения следовало произвести с большей точностью, чтобы уменьшить полученную ошибку?

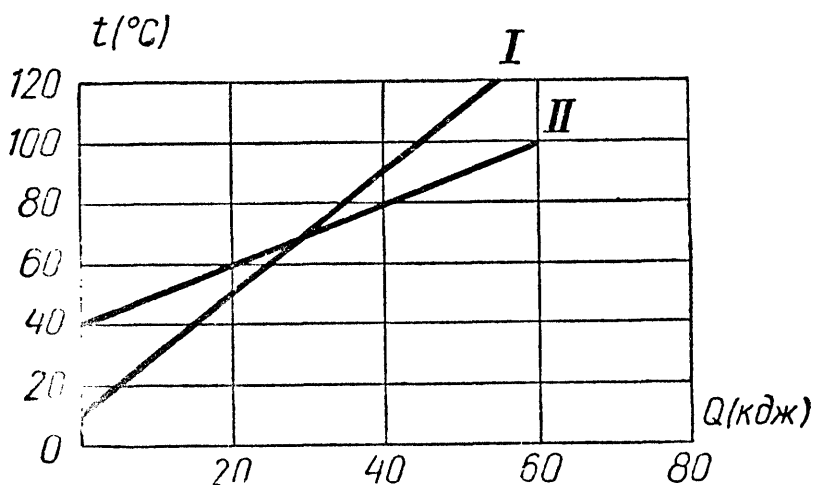


Рис. 54.

480. Для определения удельной теплоемкости масла в калориметр, теплоемкость которого 30 Дж/град , было налито 250 г масла при 12°C и опущено медное тело массой 500 г при 100°C , после чего температура в калориметре установилась 33°C . Какова удельная теплоемкость масла по данным опыта?

481. Откованные стальные детали, имеющие температуру 600°C , охлаждают в ведре с 6 кг воды. Теплоемкость ведра (без воды) 800 Дж/град . Вода имеет температуру 15°C . Сколько по массе деталей можно охладить в этом ведре при повышении температуры воды до 40°C ?

482. Теплота сгорания березовых дров приблизительно на $1,5\%$ меньше, чем сосновых. Чем объяснить что березовые дрова ценятся дороже сосновых?

483. 1 м^3 газа стоит 2 коп., а 1 л керосина — 7 коп. Во сколько раз дешевле обходится нагревание на газе, чем на керосине, считая, что к. п. д. газовой горелки и керосинового нагревателя одинаковы? Теплота сгорания газа $3,6 \cdot 10^7 \text{ дж/м}^3$.

484. На керогазе за 10 мин нагрели 1,5 л воды от 20°С до 100°С . Каков расход керосина в 1 мин, если к. п. д. керогаза 55%? Теплоемкость сосуда не учитывать.

485. В резервуар керосинки налито 0,5 л керосина. Какое количество воды, взятой при 10°С , можно нагреть на нем до кипения, используя половину налитого керосина? К. п. д. керосинки 35%. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

486. Выполняя лабораторную работу по определению к. п. д. спиртовки, ученик установил, что для нагревания 300 г воды в жестяной кружке теплоемкостью 40 дж/град от 18°С до 68°С было сожжено 7 г спирта. Какое значение к. п. д. получил ученик?

487. Сколько будет стоить нагревание на газовой плите 5 л воды от 15°С до 100°С , если теплота сгорания используемого природного газа $3,6 \cdot 10^7 \text{ дж/м}^3$, к. п. д. газовой горелки 50%, а стоимость 1 м^3 газа 2 коп.?

488. Вычислить к. п. д. газовой горелки, если в ней используется газ, теплота сгорания которого $3,6 \cdot 10^7 \text{ дж/м}^3$, а на нагревание чайника с 3 л воды от 10°С до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоемкость чайника 100 дж/град .

489. На сколько изменится внутренняя энергия 1 кг льда, взятого при 0°С , после его плавления и нагревания полученной воды до 30°С ?

490. Для изготовления мороженого 100 кг воды, взятой при 100°С , обратили в лед при -2°С . На сколько при этом изменилась внутренняя энергия воды?

491. Какое количество теплоты требуется для таяния снега с поверхности земли в 1 м^2 , если толщина снежного покрова 60 см? «Рыхлость» снега такова, что его слой толщиной 1 см, растаяв, образует слой воды 1,2 мм.

492. В полярных условиях пресную воду получают из снега. Сколько дров надо израсходовать, чтобы 1500 кг снега, взятого при -10°С , обратить в воду при 5°С ? К. п. д. установки 30%.

493. В латунный калориметр массой 150 г налито 300 г воды при 35°C . Какая температура установится в калориметре, если в воду поместить 40 г льда при 0°C ?

494. В сосуд, содержащий 2 л воды при 60°C , помещают 400 г льда при 0°C . Определить установившуюся температуру. Теплоемкость сосуда 160 дж/град.

495. Чтобы охладить 2 кг воды, взятой при 40°C , до 10°C , в нее бросают куски льда при 0°C . Теплоемкость сосуда 80 дж/град. Какое количество льда надо поместить в воду?

496. Для определения удельной теплоты плавления льда ученик проделал такой опыт. Нагретое до 100°C медное тело массой 1 кг он поставил на поверхность льда, имеющего температуру 0°C . После охлаждения тела до 0°C под ним расплавилось 126 г льда. Какое значение удельной теплоты плавления льда получил ученик?

497. В сосуд, содержащий 10 кг льда при 0°C , влили 3 кг воды при 90°C . Если весь лед расплавится, то какая установится температура? Если расплавится не весь лед, то какая часть его останется в твердом состоянии? Теплоемкость сосуда не учитывать.

498. В сосуд, содержащий 3 кг воды при 20°C , влили 500 г расплавленного олова при температуре плавления. Какая температура установится в сосуде? Теплоемкостью сосуда пренебречь.

499. Для определения удельной теплоты плавления олова в калориметр, теплоемкость которого 100 дж/град, содержащий 330 г воды при 7°C , влили 350 г расплавленного олова при температуре затвердевания, после чего в калориметре установилась температура 32°C . Определить значение удельной теплоты плавления олова по данным опыта.

500. Как и на сколько отличаются внутренние энергии 1 кг водяного пара при 100°C и 1 кг воды при той же температуре?

501. На сколько изменится внутренняя энергия 300 г водяного пара при 100°C при его конденсации и охлаждении полученной воды до 30°C ?

502. 1,5 кг воды, находившейся при 20°C , сообщили $6,3 \cdot 10^5$ дж. Вода, нагревшись до 100°C , закипела, и часть ее обратилась в пар. Определить массу выкипевшей воды.

503. Для охлаждения пищевых продуктов иногда пользуются твердым углекислым газом («сухой лед»). Удельная теплота его сублимации $5,8 \cdot 10^5$ Дж/кг. Сколько потребуется «сухого льда» для замораживания 2 кг воды, взятой при 20°C , если 80% поглощенного при сублимации количества теплоты отнимается от замораживаемой воды?

504. Колбу с 600 г воды при 10°C нагревают на спиртовке с к. п. д. 35%. Определить, через сколько времени вода закипит; какое количество ее при кипении будет ежесекундно обращаться в пар, если известно, что за 1 мин сгорает 2 г спирта. Теплоемкость колбы 100 Дж/град.

505. В перегонном кубе, к. п. д. которого 30%, было 40 л воды при 10°C . Сколько дров израсходовали в топке куба для получения 30 л дистиллированной воды?

506. 200 г водяного пара при 100°C впускают в сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15°C . Какая температура установится после конденсации пара? Теплоемкостью сосуда пренебречь.

507. Для нагревания 2,5 кг воды от 10 до 60°C в воду впускают пар при 100°C . Какое количество водяного пара было введено в воду?

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

§ 26. Изменение внутренней энергии тела в процессе совершения работы

509. Два одинаковых стальных шарика упали с одной и той же высоты. Первый упал в мягкий вязкий грунт, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Какой из шариков изменил больше свою внутреннюю энергию.

510. При многократном перегибании алюминиевая проволока массой 2 г нагрелась на 40 град. Какая работа была совершена, если известно, что только 30% ее пошло на нагревание проволоки?

511. При штамповке алюминиевых изделий ударная часть молота массой 700 кг свободно падает с высоты 1 м. При этом изделие массой 2 кг нагревается на 1,1 град. Какой процент энергии удара идет на нагревание?

512. Поезд массой 3000 т, идущий со скоростью 36 км/ч, остановлен тормозами. Какое количество теплоты выделилось при торможении?

513. Пуля массой 10 г, имеющая скорость 500 м/сек, встречает на своем пути доску, пробив которую, она летит далее со скоростью 400 м/сек. Какое количество теплоты выделилось при прохождении пули через доску?

514. На электрической плитке мощностью 600 Вт нагревается 2 л воды в чайнике, теплоемкость которого 400 Дж/град, от 8°С до кипения. Сколько времени будет нагреваться вода, если к. п. д. плитки 65%?

515. В холодильнике «Саратов-II» из воды при температуре 10°С за 4 ч получили 300 г льда при температуре —3°С. Какая часть израсходованной холодильником электроэнергии пошла на образование льда, если потребляемая им из сети мощность 70 Вт?

516. Электронагреватель, к. п. д. которого 58%, используется для получения дистиллированной воды. Какова стоимость перегонки 1 кг воды, если ее первоначальная температура при поступлении в нагреватель 15°С? Тариф 4 коп. за 1 кВт·ч.

Глава 11

СВОЙСТВА ГАЗОВ И ПАРОВ

§ 27. Понятие о кинетической теории газа.

Давление газа

517. Цилиндр А наполнен водородом, а цилиндр В — воздухом (рис. 55, а). Цилиндры поставлены один на другой так, что их отверстия совмещены и разделены пористой перепонкой. Чем объяснить, что вскоре перепонка выгибается (рис. 55, б)? Почему спустя некоторое время она принимает прежнее положение?

518. Объясните, почему при появлении в воздухе метана или другого легкого газа электрическая цепь прибора, изображенного на рисунке 56, (где A — пористый сосуд, N — металлический штифт, не достигающий до поверхности ртути, E — источник тока) замыкается и звонок K начинает звонить.

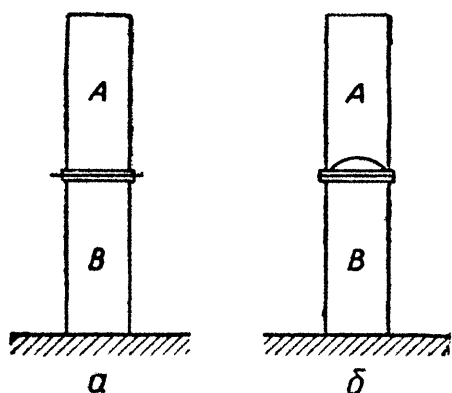


Рис. 55.

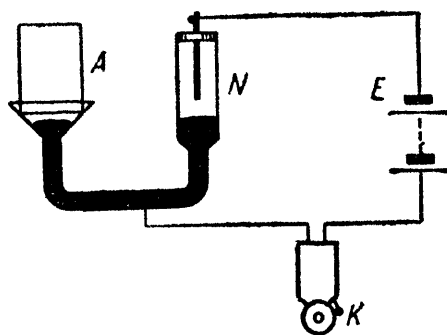


Рис. 56.

519. Как следует изменить устройство прибора, описанного в предыдущей задаче, чтобы при его помощи можно было обнаружить появление в воздухе более тяжелого, чем воздух, газа?

520. При данной температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул одинакова для всех веществ. Сравните средние скорости молекул кислорода и водорода, находящихся при одинаковых температурах.

521. Средняя скорость движения молекул водорода при 0°C 1690 м/сек . Подсчитайте среднюю скорость молекул кислорода при этой температуре.

522. Среднее расстояние, которое молекулы кислорода проходят от одного столкновения до другого (длина свободного пробега) при нормальных условиях равна $6,5 \cdot 10^{-6}\text{ см}$. Сколько столкновений в секунду испытывают молекулы кислорода? Используйте решение предыдущей задачи.

523. Подсчитайте среднюю длину свободного пробега молекул азота при нормальных условиях, если они испытывают $7,6 \cdot 10^9$ столкновений в секунду, а средняя скорость составляет 454 м/сек .

524. Давление воздуха в шинах передних колес грузовых автомобилей МАЗ-200 и ЯАЗ-200 составляет 4,2 ат, а в шинах задних колес 5,5 ат. Выразить эти давления в н/м^2 и см рт. ст.

525. Самолет ТУ-114 совершает полет на высоте около 10 км над поверхностью Земли. Давление на этой высоте оказалось равным 220 мм рт. ст. Выразить это давление в ат и н/м^2 .

526. Современная техника позволяет создавать очень высокий вакуум — 10^{-9} мм рт. ст. Выразить это давление в н/м^2 .

527. В цилиндре под поршнем, площадь сечения которого 20 см^2 , находится газ. Каково давление газа, если поршень весит 4 кГ, а внешнее давление составляет 72 см рт. ст.? Поршень скользит в цилиндре без трения. Выразить давление в н/м^2 .

528. Для проведения на дне реки работ по сооружению оснований для устоев мостов, шлюзов и пр. пользуются кессонами (рис. 57). Каково давление воздуха в кессоне, если его основание находится на глубине 25 м от поверхности воды в реке? Наружное давление считать нормальным. Выразить давление воздуха в кессоне в ат и н/м^2 .

529. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находится воздух, запертый столбиком ртути длиной 20 см. Вычислить давление запертого воздуха в см рт. ст. и н/м^2 , если наружное давление 75 см рт. ст., а трубка расположена вертикально открытым концом вверх; открытым концом вниз.

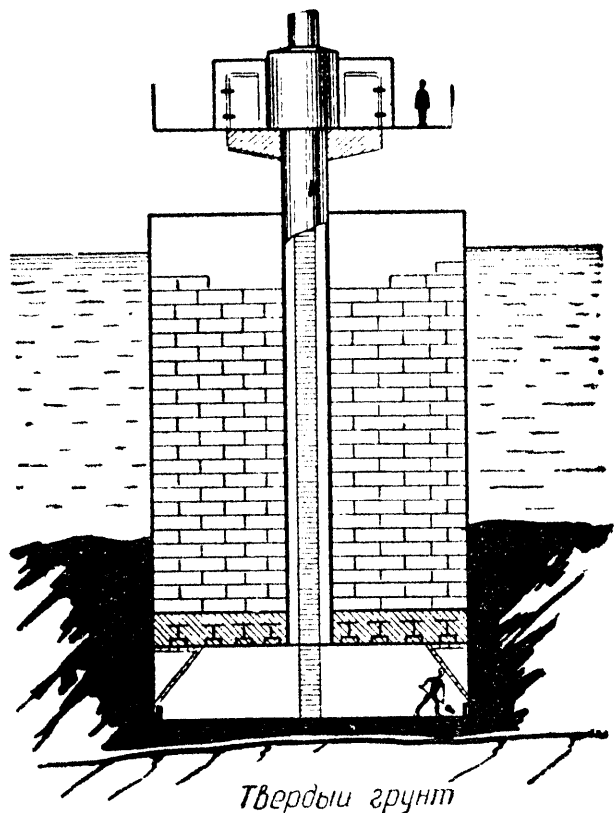


Рис. 57.

§ 28. Закон Бойля — Мариотта *

530. Почему в цистернах для хранения бензина и других жидкостей должно быть обеспечено свободное поступление наружного воздуха при вытекании из них жидкости? Почему если сама цистерна герметически закрыта, то после вытекания небольшой части жидкости дальнейшее ее течение прекращается?

531. На рисунке 58 изображена изотерма некоторого газа. Докажите, что площади $obck$ и $oadl$ одинаковы.

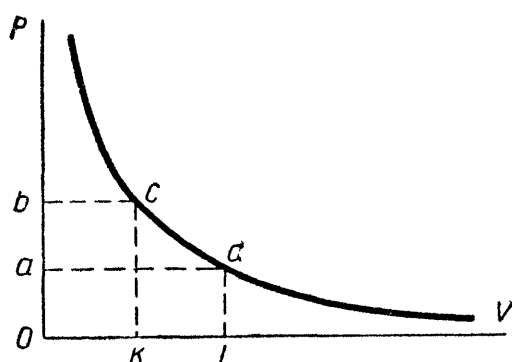


Рис. 58.

532. Сжатый воздух, приводящий в действие тормоза поезда, находится под давлением 5 ат (сверх атмосферного). Во сколько раз возрастет объем выпущенного из тормозной системы воздуха, если атмосферное давление равно 1 ат?

533. Для наполнения стратостата необходимо 10 000 м³ гелия под давлением 1 ат. Сколько потребуется для этой цели баллонов, если в каждом из них находится по 50 л гелия при давлении 200 ат?

534. В закрытом сосуде находится газ под давлением 5 ат. Какое давление установится в сосуде, если после открытия крана $\frac{4}{5}$ массы газа вышло из сосуда?

535. Компрессор пневматического тормоза в автомобиле ЗИЛ-150 в одну секунду засасывает из атмосферы 3 л воздуха, который сжимается до 8 ат (сверх наружного) и подается в два специальных баллона емкостью по 23 л каждый. Какой объем атмосферного воздуха должен засосать компрессор для того, чтобы давление в баллонах превышало наружное на 8 ат? Сколько времени для этого потребуется?

536. На какой глубине объем пузырька воздуха, поднимающегося со дна водоема, в два раза меньше, чем у поверхности? Наружное давление 76 см рт. ст.

* Во всех задачах этого параграфа полагать, что изменения состояния газа происходят при неизменной температуре.

537. Баллон содержит 40 л сжатого воздуха под давлением 150 ат. Какой объем воды можно вытеснить из цистерны подводной лодки воздухом из этого баллона, если лодка находится на глубине 20 м, а наружное давление воздуха 1 ат?

538. В узкой стеклянной трубке, расположенной горизонтально (рис. 59), находится столбик воздуха длиной 30,7 см, запертый столбиком ртути длиной 21,6 см. Как изменится длина воздушного столбика, если трубку поставить отвесно отверстием вверх? отверстием вниз? Наружное давление 747 мм рт. ст.

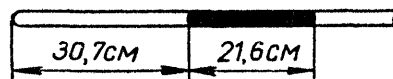


Рис. 59.

539. Запаянную с одного конца трубку опустили открытым концом в сосуд с ртутью. При этом ртуть вошла в трубку на 5 см выше ее уровня в сосуде (рис. 60), а высота столба воздуха над ртутью оказалась равной 40 см. Атмосферное давление было 75 см рт. ст. На следующий день оказалось, что уровень ртути в трубке повысился на 1 см. Какое атмосферное давление было на следующий день?

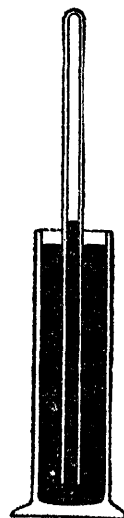


Рис. 60.

540. Посередине цилиндра, закрытого с обоих концов, находится поршень. Давление газа в обеих половинах цилиндра 1 атм. Поршень переместили так, что объем одной части уменьшился вдвое. Какова разность давления на обе стороны поршня?

541. Из сосуда объемом V откачивают воздух при помощи разрезающего поршневого насоса с объемом цилиндра V_0 . Наружное давление и первоначальное давление воздуха в сосуде равно H . Какое давление воздуха будет после 3 качаний в сосуде?

542. В сосуд объемом V нагнетают воздух при помощи поршневого насоса с объемом цилиндра V_0 . Каково будет давление воздуха в сосуде после 4 качаний? Наружное давление и первоначальное давление воздуха в сосуде равно H .

543. Какова плотность сжатого воздуха при 0°C в камере шины автомобиля «Волга», если он находится под давлением 1,7 ат (избыточным над атмосферным)? Атмосферное давление 76 см рт. ст.

544. Какова плотность водорода при давлении 0,05 мм рт. ст. и температуре 0°C ?

545. Построить график зависимости давления от объема для 9 г водорода при 0°C .

§ 29. Закон Гей-Люссака *

546. На сколько увеличится объем 1 м^3 воздуха, падающего снаружи в комнату, если его температура при этом изменяется от 0 до 20°C ?

547. Воздух в мастерской занимал объем 400 м^3 и имел температуру 17°C . Во время работы температура поднялась до 22°C . Какой объем воздуха вышел из мастерской?

548. В классе был показан такой опыт. Стеклянный баллон A (рис. 61, а), в который вставлена открытая

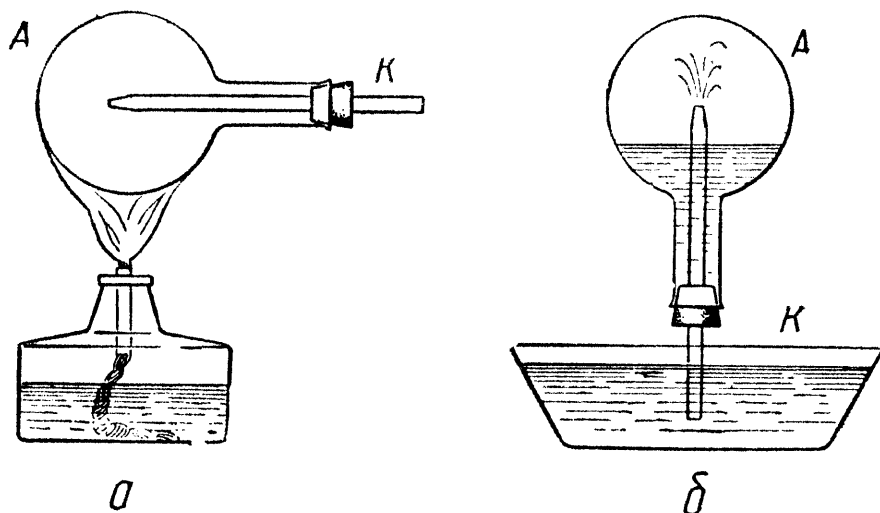


Рис. 61.

с обоих концов трубка K , нагревался на спиртовке. Затем конец трубки K был опущен в воду. Вода начала подниматься по трубке и бить фонтанчиком (рис. 61, б). Какое явление иллюстрировал опыт? До какой температуры был нагрет воздух, если в баллон вошла вода, заполнившая его на 20%? Температура в классе была 20°C .

* Во всех задачах этого параграфа давление газа полагать постоянным. Расширение сосуда не учитывать.

549. Газ, взятый при 7°C , нагрели изобарически, причем объем его изменился так, как показано на графике (рис. 62). На сколько градусов нагрели газ?

550. Выполняя лабораторную работу, ученик проделал такой опыт. В стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной вертикально открытым концом вверх, находился воздух, запертый столбиком ртути. При температуре 20°C длина запертого воздушного столба была 180 мм . При опускании трубки в горячую воду с температурой 80°C длина воздушного столба увеличилась до 217 мм . Какое значение коэффициента объемного расширения воздуха получил ученик из этого опыта?

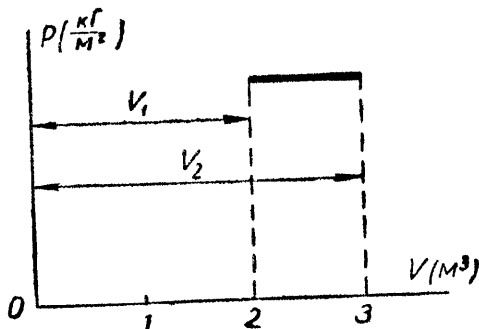


Рис. 62.

551. Какова плотность кислорода при температуре 100°C и нормальном атмосферном давлении?

552. До какой температуры следует нагреть изобарически газ, чтобы его плотность уменьшилась вдвое по сравнению с плотностью его при 0°C ?

553. При какой температуре плотность газа будет в $1,5$ раза больше плотности его при 100°C ?

554. Построить график зависимости давления от объема для 40 г кислорода при 27°C .

555. Объем комнаты $4 \times 5 \times 3\text{ м}$. Сколько (по массе) вышло воздуха из комнаты при повышении температуры от 7 до 27°C . Давление полагать равным 76 см рт. ст.

§ 30. Закон Шарля *

556. Почему в жаркую погоду резиновый мяч подскакивает при ударе о пол несколько выше, чем при таком же ударе в холодную погоду?

557. Возьмите стакан (лучше тонкостенный) и поместите его в горячую воду на несколько минут. Вытащите его из воды и опрокиньте вверх дном на клеенку стола,

* Во всех задачах этого параграфа изменения состояния газа полагать происходящими при постоянном объеме. Расширением сосуда пренебречь.

слегка придавив. Через несколько минут попробуйте снять стакан с клеенки. Объясните, почему это трудно сделать.

558. Баллон газополной электрической лампочки накаливания наполняют смесью азота и аргона, находящимися под давлением 60 см рт. ст. при 17°C . После включения лампочки температура газа в баллоне устанавливается в среднем 100°C . Под каким давлением при этом будут находиться газы в баллоне?

559. Газобаллонный автомобиль ЗИЛ-70 вечером был полностью заправлен газом (CH_4) при температуре 20°C . Ночью температура газа в баллонах понизилась до 2°C . Найти давление воздуха на стенки баллонов, если при заправке оно было равно 200 ат.

560. На сколько процентов возросло давление в баллоне

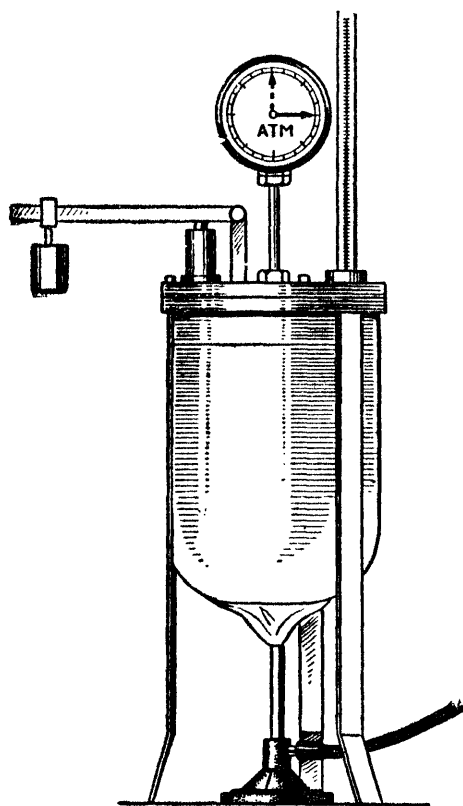


Рис. 63.

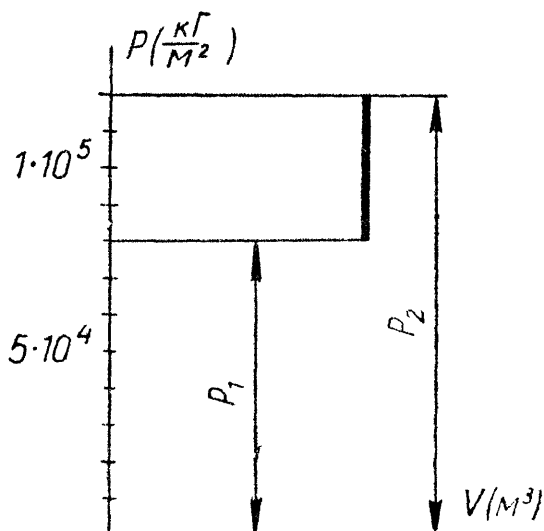


Рис. 64.

со сжатым кислородом, если баллон из подвала, где он находился при 7°C , перенесли в помещение с температурой 17°C ?

561. Стальной баллон (рис. 63), снабженный манометром, содержит сжатый газ. При 10°C манометр показывает давление 2,6 ат, а при 32°C — 2,8 ат. Найти термический коэффициент давления из данных опыта.

562. На графике (рис. 64) показано изменение давления газа при его нагревании. До какой температуры

был нагрет газ, если его первоначальная температура была 0°C ?

563. Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения $2,5\text{ см}^2$. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, $1,2\text{ кГ}$? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление 1 ат , а температура — 3°C .

564. Как изменяется число молекул газа в единице объема в зависимости от абсолютной температуры при изохорическом процессе? при изобарическом процессе?

§ 31. Уравнение состояния газа

565. Мяч настольного тенниса получил небольшую вмятину. Почему при опускании его в горячую воду мяч снова принимает форму шара?

566. В двугорлую склянку B (рис. 65) вставлено две трубки K и L . Если нагревать сосуд C , в который встав-

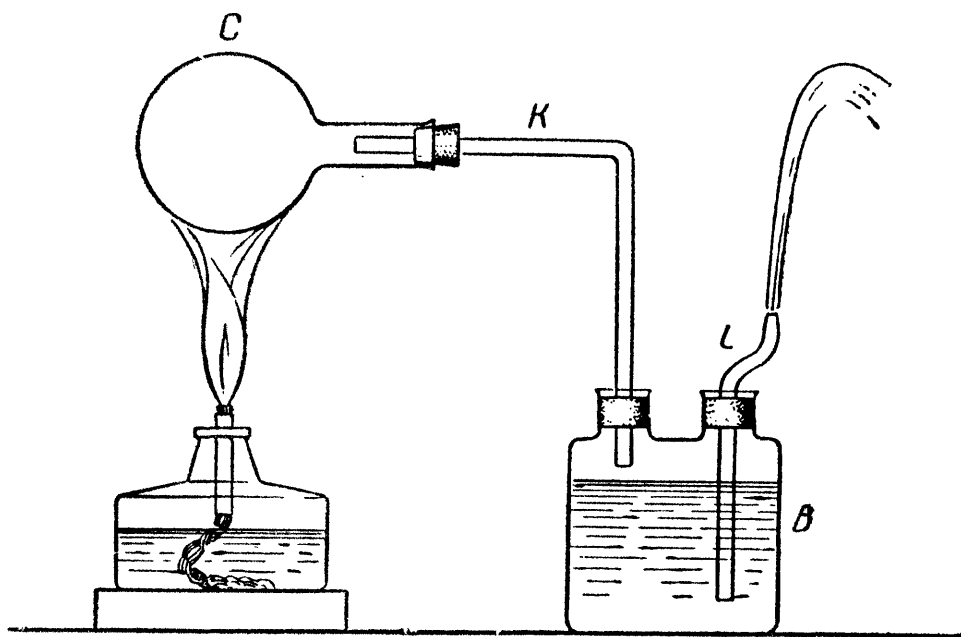


Рис. 65.

лен второй конец трубки K , вода из трубки L начинает бить фонтанчиком. Объясните явление. Допустимо ли при подсчете давления воздуха в сосуде C воспользоваться законом Гей-Люссака?

567. В баллоне емкостью 20 л находится кислород под давлением 100 ат и при температуре 17° С. Какой объем занимал бы он при нормальных условиях?

568. Какова емкость баллона, в котором под давлением 120 ат и при температуре 27° С находится углекислый газ, если при нормальных условиях объем газа был 1,31 м³?

569. Под каким давлением находится ацетилен в баллоне емкостью 20 л при температуре 12° С, если при нормальных условиях его объем был 2 м³?

570. В цилиндрах двигателя внутреннего сгорания автомобиля «Победа» после первого такта (всасывания) температура была 52° С. При втором такте (сжатие) объем рабочей смеси уменьшился в 6,2 раза, а давление возросло в 12,8 раза. Какая температура установилась при этом у рабочей смеси?

571. Какое давление рабочей смеси установилось в цилиндрах двигателя автомобиля «Волга», если к концу второго такта температура смеси повысилась с 55 до 435° С, а объем ее уменьшился с 2,5 до 0,36 л? Первоначальное давление принять равным 1 ат.

572. На сколько процентов возрастает давление воздуха в футбольной камере при изменении температуры от —30 до 25° С? Считать, что объем камеры увеличился на 2%.

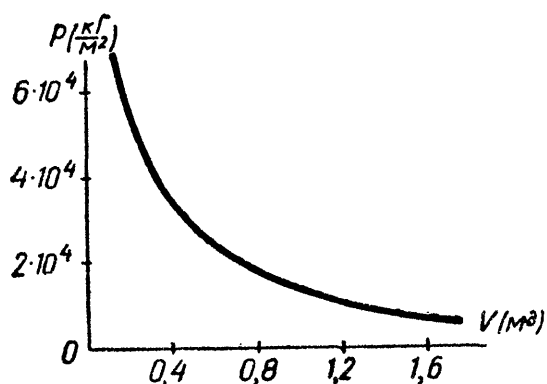


Рис. 66.

573. На рисунке 66 дана изотерма газа при 27° С. Начертить изотерму такой же массы этого газа при 127° С.

574. В пустотной лампе накаливания давление при температуре 17° С составляло $4,6 \cdot 10^{-5}$ мм

рт. ст. Определить число молекул, находящихся в баллоне лампы, объем которой 200 см³?

575. Какова плотность углекислого газа, которым газифицируется вода, если его температура 27° С, а давление в баллоне 100 ат?

576. Сжатый компрессором воздух используется для приведения в действие воздушных тормозов железнодорожных вагонов. Под каким давлением он нахо-

дится, если при температуре 20°C его плотность равна 8 кг/м^3 ?

577. Для работы пневматических инструментов используется сжатый воздух. Под каким давлением он находится в баллоне емкостью 20 л при 12°C , если масса воздуха 2 кг ?

578. Какой емкости надо взять баллон для сжатого воздуха, используемого для приведения в действие отбойного молотка, чтобы он при температуре 20°C вмещал 1 кг воздуха, находящегося под давлением 50 ат ?

579. Какова масса воздуха в комнате объемом $5 \times 4 \times 3\text{ м}$ при температуре 20°C и давлении 770 мм рт. ст. ?

580. Аэростат наполняют водородом при 20°C и давлении 750 мм рт. ст. до объема 300 м^3 . Сколько времени будет производиться наполнение, если из баллонов каждую секунду переходит в аэростат $2,5\text{ г}$ водорода?

581. Теплота сгорания саратовского природного газа при нормальных условиях $3,6 \cdot 10^7\text{ Дж/м}^3$. Определить теплоту сгорания 1 м^3 этого газа, если он находится под давлением 800 мм рт. ст. и температуре 7°C .

§ 32. Адиабатный процесс

582. До изобретения спичек для добывания огня иногда пользовались «воздушным огнивом» (рис. 67). Быстро вдвигая поршень в толстостенную стеклянную трубку, заставляли вспыхнуть внутри трубки легко воспламеняющуюся вату. На чем основано действие этого прибора?

583. Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему вода при этом несколько понижает свою температуру?

584. В дизельном двигателе при первом такте засасывается в цилиндр воздух, который сильно сжимается при втором такте (в $30\text{—}40$ раз). Температура воздуха при этом возрастает до $480\text{—}630^{\circ}\text{C}$. Почему процесс можно принять за адиабатный?

585. В сосуд, на дне которого была вода, накачали воздух. Когда открыли кран и сжатый воздух вырвался из сосуда, сосуд заполнился водяным туманом. Почему это произошло?

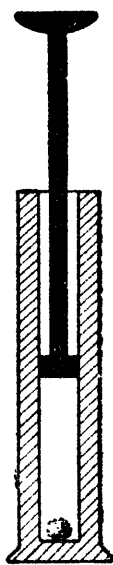


Рис. 67.

586. Открывая кран толстостенного баллона, в котором под большим давлением (70 ат) находится углекислый газ, выпускают его наружу. Почему при этом часть его затвердевает, образуя твердый углекислый газ («сухой лед»)?

§ 33. Свойство паров. Критическое состояние. Влажность. Сжижение газов

587. На вершине горы вода кипит при более низкой температуре, чем на уровне моря. Можно ли, измеряя точку кипения воды на горе, приблизительно определить ее высоту?

588. Насыщенный водяной пар при 100°C занимает некоторый объем. Под каким давлением он находится? Как изменится давление пара, если его объем уменьшить вдвое, сохраняя прежнюю температуру?

589. Почему кипящая вода не поднимается за поршнем всасывающего насоса?

590. Трубка, один конец которой запаян, полностью заполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой (рис. 68). Что произойдет с водой в трубке, если воду в трубке и сосуде нагреть до кипения?

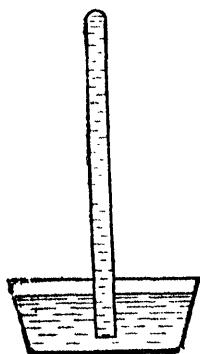


Рис. 68.

591. В кондитерском производстве, во избежание пригорания сахара, воду из его раствора выпаривают при температуре ниже 100°C . Зачем при этом часть пара непрерывно откачивают насосом?

592. Для измерения атмосферного давления изготовили «водяной барометр». Какую поправку следует ввести для определения величины атмосферного давления, если температура окружающего воздуха 30°C ?

593. Постройте график зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры по следующим данным:

Температура, $^{\circ}\text{C}$	0	50	100	150	200	250	300	350	374
Давление, ат	0,006	0,17	1,03	4,8	16	41	88	169	225

Пользуясь графиком, найдите давление насыщенного водяного пара при 175°С. При какой температуре давление насыщенного пара составит 10 ат?

594. Чем объяснить, что при открывании зимой форточки, в комнату врываются клубы водяного тумана?

595. Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?

596. Как по внешнему виду в бане отличить трубу с холодной водой от трубы с горячей?

597. Чем объяснить появление зимой инея на оконных стеклах? С какой стороны стекла он появляется? Почему?

598. По наблюдениям метеорологической станции Сельскохозяйственной ордена Ленина академии имени Тимирязева средняя абсолютная влажность (в мм рт. ст.) изменяется по месяцам следующим образом:

Январь	2,9	Июль	14,9
Февраль	2,8	Август	13,6
Март	3,7	Сентябрь	10,3
Апрель	6,3	Октябрь	7,6
Май	9,1	Ноябрь	4,9
Июнь	12,5	Декабрь	3,3

Постройте график изменения средней абсолютной влажности. Объясните, почему максимум влажности приходится на летние месяцы.

599. Измерения влажности воздуха принято производить три раза в день: в 7 часов, в 13 часов, в 21 час.

Месяцы	7 часов	13 часов	21 час
Январь	88	84	87
Февраль	88	78	85
Март	89	70	82
Апрель	84	62	77
Май	74	52	71
Июнь	77	57	76
Июль	82	60	80
Август	87	60	84
Сентябрь	91	66	86
Октябрь	91	74	86
Ноябрь	90	83	88
Декабрь	89	86	88
В среднем за год	86	69	82

В таблице (стр. 79) приведены данные о ходе средней относительной влажности в Москве по месяцам (в процентах) по данным сельскохозяйственной академии.

Постройте графики изменения влажности, измеренной утром, днем и вечером. Объясните, почему в летние месяцы относительная влажность днем значительно меньше, чем утром и вечером, тогда как в зимние месяцы эта разность малозаметна.

600. Абсолютная влажность воздуха при 14°C равна 9 г/м^3 . Какова относительная влажность?

601. Относительная влажность воздуха при 20°C равна 75% . Какова абсолютная влажность?

602. Найти точку росы, если при температуре воздуха 19°C относительная влажность составляет 70% .

603. При какой температуре воздуха его относительная влажность равна 50% , если известно, что точка росы равна 7°C ?

604. Относительная влажность в комнате при температуре 16°C составляет 65% . Как изменится она при понижении температуры воздуха на 4 град , если абсолютная влажность останется прежней?

605. Относительная влажность воздуха при 19°C составляет 80% . Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура понизится до 9°C ?

606. Какое количество воды выделяется из 1 м^3 воздуха при 20°C , если его объем изотермически уменьшить в четыре раза? Первоначальная относительная влажность была 75% .

607. При понижении температуры с 17 до 6°C из каждого кубического метра воздуха выделилось 5 г воды. Определить абсолютную и относительную влажность?

608. Температура воздуха в комнате размерами $5 \times 4 \times 3 \text{ м}$ 18°C , относительная влажность 60% . Сколько граммов пролитой на пол воды может испариться до насыщения воздуха в комнате?

609. Как изменится разность температур сухого и влажного термометров в психрометре при понижении температуры в комнате, если абсолютная влажность останется без изменения?

610. Влажный термометр психометра показывает 18 , а сухой 22°C . Какова относительная влажность воздуха в помещении?

611. Какую температуру покажет влажный термометр психрометра, если при относительной влажности 62% сухой термометр показывает 16°C ?

612. Можно ли, создав соответствующее давление, обратить в жидкое состояние углекислый газ при температуре $+35^{\circ}\text{C}$?

613. В каком состоянии находится вода при критической температуре (374°C)?

614. В 30-х годах прошлого столетия над вопросом обращения газов в жидкое состояние работали почти одновременно английский ученый Фарадей и немецкий ученый Наттерер. Ни тот, ни другой не могли обратить в жидкость ряд газов (H_2 , O_2 , NO , CO , CH_4), хотя сжимали их, доводя давление до 3000 ат и охлаждая до -80°C . Фарадей предполагал, что для сжижения их необходимо добиться более сильного охлаждения, Наттерер же полагал, что причиной неудачи является невозможность создать более высокие давления. Кто из них оказался прав?

615. Почему при испарении жидкого воздуха из него сначала улетучивается азот и через некоторое время в сосуде остается почти чистый кислород?

Глава 12

СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ

§ 34. Поверхностный слой жидкости

616. Если на поверхность воды положить нитку и с одной стороны от нее капнуть эфиром, то нитка будет перемещаться. Почему это происходит и в какую сторону она перемещается?

617. Почему кусочки калия или натрия, брошенные в воду, начинают двигаться по ее поверхности?

618. Почему маленькие капли ртути, разлитой на столе, имеют форму, близкую к шарообразной, а большие — растекаются по столу?

619. На рисунке 69 изображен один из опытов с мыльными пленками. С какой силой F действует пленка на проволоку AB при температуре 20°C , если длина проволоки 3 см ?

620. Спичка длиной 4 см плавает на поверхности воды, температура которой 20°C . Если по одну сторону от спички осторожно налить мыльный раствор, то спичка придет в движение. Какова величина силы, движущей спичку? В какую сторону она направлена?

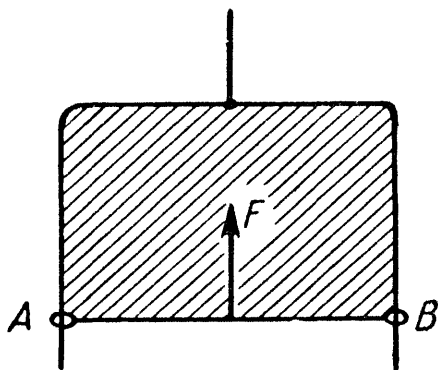


Рис. 69.



Рис. 70.

621. Из двух капельниц с одинаковыми диаметрами отверстий вытекают каплями равные массы воды и спирта при 20°C . Сравнить число образовавшихся капель. Полагать, что диаметр шейки капли (рис. 70) равен диаметру отверстия капельницы.

622. Производя лабораторную работу по определению коэффициента поверхностного натяжения воды, ученик пользовался пипеткой с диаметром выходного отверстия 2 мм . Какое значение коэффициента поверхностного натяжения воды получил ученик, если вес 40 капель оказался равным 1900 мГ ?

623. Для измерения коэффициента поверхностного натяжения спирта из капельницы заставили вытекать каплями сначала некоторое количество воды, коэффициент поверхностного натяжения которой известен, а затем такое же (по объему) количество спирта. Какое значение коэффициента поверхностного натяжения спирта было получено, если при температуре 20°C капля воды образовалась 22 , а спирта 60 ? Диаметры шейки капли воды и спирта считать одинаковыми.

624. Из капельницы заставили вытекать каплями равные массы сначала холодной воды при 8°C , затем горя-

чей воды при 80°C . Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяжения воды, если в первом случае образовалось 40, а во втором 48 капель? Плотность воды считать неизменной.

625. Постройте график зависимости величины коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры, используя следующие данные:

Температура, $^{\circ}\text{C}$	0	20	35	75	100
Коэффициент поверхностного натяжения воды, H/м	0,076	0,073	0,070	0,064	0,059

Пользуясь графиком, найдите коэффициент поверхностного натяжения воды при 8 и 80°C и проверьте ответ, полученный при решении предыдущей задачи.

626. Производя лабораторную работу по определению коэффициента поверхностного натяжения воды, ученик проделал следующий опыт. Тонкое проволочное кольцо K диаметром 34 мм , подвешенное к пружине A с указателем Z , было погружено в сосуд B с водой (рис. 71). Отметив положение указателя Z на шкале S , ученик медленно опускал сосуд B , пружина A при этом растягивалась. В момент отрыва кольца K от жидкости ученик вновь отмечал положение указателя Z на шкале S . При выполнении опыта оказалось, что пружина A растянулась на 32 мм . Какое значение коэффициента поверхностного натяжения воды получил ученик, если известно, что для растяжения пружины на 1 см требуется сила $0,005\text{ Н}$?

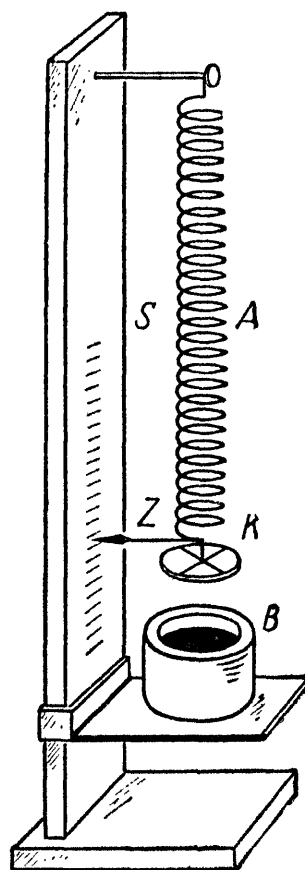


Рис. 71.

627. На сколько растянулась бы пружина A при проведении опыта, описанного в предыдущей задаче, если бы в сосуд B вместо воды был налит керосин?

§ 35. Смачивание. Капиллярность

628. Как объяснить происхождение народной поговорки «Как с гуся вода»?

629. Чем объясняется, что некоторые насекомые могут свободно ходить по поверхности воды, тогда как другие, коснувшись ее, не могут выбраться из воды и погибают?

630. Почему маленькие капли росы на листьях некоторых растений имеют форму шариков, тогда как на листьях других растений роса покрывает тонким слоем весь лист?

631. Сито, сделанное из волокон, не смачиваемых водой, оказывается непроницаемым для воды, хотя через него свободно проходит воздух. Какова причина указанного явления?

632. Почему кусок сахара, положенный на мокрый стол, вскоре весь пропитывается водой?

633. Изучение капиллярного поднятия воды в почве, имеющего очень важное значение в сельском хозяйстве, привело к заключению, что высота подъема воды тем больше, чем мельче почвенные частицы. Объясните причину.

634. Исследования показали, что с повышением температуры скорость капиллярного поднятия воды в почве растет, а высота поднятия уменьшается. Объясните причину.

635. Какую пользу растениям приносит разрыхление верхнего слоя почвы?

636. На какую высоту поднимается вода при 18°C в стеклянной капиллярной трубке диаметром 2 мм?

637. Даны полоски фильтровальной и промокательной бумаги. Опытным путем установите, в которой из них более крупные поры.

638. Ртутный барометр имеет диаметр трубки 3 мм. Какую поправку к показаниям барометра надо внести, если учитывать капиллярное опускание ртути? Температура воздуха 20°C .

639. В сообщающихся капиллярных трубках с радиусами 0,5 и 2 мм разность уровней ртути составляет 10,5 мм. Каков коэффициент поверхностного натяжения ртути?

640. Сообщающиеся капиллярные трубки разного диаметра заполнены водой. Как изменится разность уровней воды в трубках при нагревании воды?

Глава 13

СВОЙСТВА ТВЕРДОГО ТЕЛА

§ 36. Кристаллические и аморфные тела. Изменение свойств и структуры металлов при обработке

641. Кубик, вырезанный из монокристалла, нагреваясь, может превратиться в параллелепипед. Объясните причину этого явления.

642. При росте кристалла вблизи его поверхности наблюдаются так называемые концентрационные потоки раствора, поднимающиеся вверх. Объясните явление.

643. Какой из двух стержней, изготовленных из одной и той же стали, более прочен — имеющий мелкозернистую или крупнозернистую структуру? Почему?

644. Какая сталь больше удлинится при растяжении: сырая или закаленная? Почему?

645. Вместо температурной закалки для упрочения стали ее поверхность подвергают обработке действием ударов чугунной дроби. Почему при этом происходит упрочение поверхности?

646. Почему косари при ручной косьбе предпочитают «отбивать» лезвие косы ударами молотка, а не оттачивают его на точильном камне?

647. Как меняется структура металла при прокатке?

648. Какое изменение происходит в металле при отжиге?

649. Почему при закалке возрастает прочность и твердость стали?

650. Для чего кузнец, прежде чем отковать деталь нужной формы, производит нагрев заготовки?

651. Почему ответственные детали машин изготавливают из пластичной стали, а не из хрупкого чугуна?

652. Из какого металла следует изготавливать заклепки?

§ 37. Тепловое расширение твердых и жидких тел

653. Как изменится внутренний диаметр отверстия металлической детали при нагревании?

654. Почему стальной болт легко ввинчивается в медную гайку, если они оба нагреты? Почему после остывания его трудно вывинтить?

655. Почему для армирования бетона используется сталь, а другие металлы не могут быть применены?

656. Почему кусок стекла при быстром нагревании или охлаждении трескается, а кусок плавленного кварца можно нагреть до красного каления и погрузить затем в холодную воду без всякого ущерба для него?

657. Почему наиболее точные измерительные инструменты делают из инвара?

658. Как объяснить появление трещин на полотне дороги с асфальтобетонным покрытием? В какое время года появляются эти трещины?

659. На строительстве поставлена фабричная труба из железобетона высотой 162 м. Как изменяется ее высота при повышении температуры на 20°C ? Коэффициент расширения железобетона считать равным $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$.

660. Железнодорожные рельсы укладывали при -10°C . Какой зазор следовало оставить между рельсами, чтобы избежать выпучивания их при повышении температуры летом? Длина рельса 12,5 м. Наибольшая возможная температура 40°C .

661. При выполнении лабораторной работы ученик измерил длину латунной трубки при температуре 20°C . Она оказалась равной 1 м. После пропускания через нее пара с температурой 100°C трубка удлинилась на 1,6 мм. Какое значение коэффициента линейного расширения латуни получил ученик?

662. Платиновая проволока длиной 1,5 м (при 0°C) при пропускании электрического тока раскалилась и удлинилась на 15 мм. До какой температуры была нагрета проволока?

663. Стальная деталь при обработке на токарном станке нагревается до 80°C . Диаметр детали при 10°C должен быть 50 мм, допускаемое отклонение от заданных размеров не должно превышать 10 мк. Следует ли

при измерениях во время обработки вносить поправку на тепловое расширение детали?

664. В классе был показан такой опыт. По железной проволоке AB (рис. 72), удерживающей легкий рычаг BC в горизонтальном положении, пропустили ток. При этом конец рычага C опустился на 6 см. До какой температуры нагрелась проволока, если известно, что длина

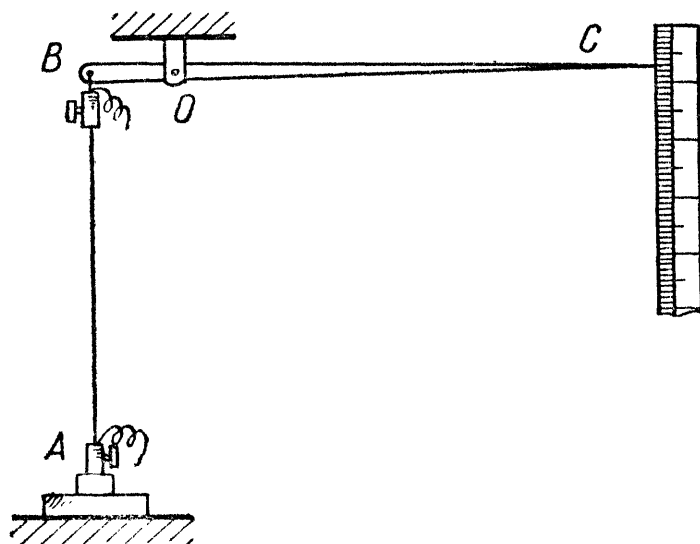


Рис. 72.

проволоки в начале опыта (при 20°C) была 75 см; плечи рычага: $BO = 5\text{ см}$; $OC = 50\text{ см}$?

665. Длина алюминиевой линейки при 0°C равна 79,5 см, стальной — 80 см. При какой температуре их длины станут одинаковыми?

666. Объем бетонной плиты при 0°C составляет 2 м^3 . На сколько увеличится ее объем при повышении температуры до 30°C ?

667. Железная болванка, нагретая при обработке до 800°C , имеет размеры $1,2 \times 0,75 \times 0,4\text{ м}$. Какова будет ее усадка при охлаждении до 20°C ?

668. Бидон емкостью 10 л заполняют керосином при 0°C . Какой объем надо оставить свободным, чтобы керосин не вылился в помещении с температурой 25°C *?

669. В бидон емкостью 5 л полностью налили керосин при 10°C . В теплом помещении его вылилось 100 см^3 . До какой температуры нагрелся керосин?

* Расширение сосуда в этой и последующих задачах не учитывать.

670. В железнодорожную цистерну при 10°C залили 50 т нефти. Насколько изменится объем нефти, если температура повысится до 30°C ?

671. Нефть на складе хранится в баке, имеющем форму цилиндра высотой 8 м. При температуре -5°C уровень нефти не доходит до верхнего края бака на 20 см. Выльется ли нефть при повышении температуры до 30°C ?

672. Ученик, выполняя лабораторную работу, налил в колбу с узким горлышком, сечение которого $0,5\text{ см}^2$, 200 см^3 керосина при 10°C . При этом часть его вошла в горлышко. При нагревании керосина до 30°C его уровень в горлышке повысился на 8 см. Какое значение коэффициента объемного расширения керосина получил ученик?

673. Ртутный барометр при 30°C показывает давление 780 мм рт. ст. Найти атмосферное давление, учитывая тепловое расширение ртути и пренебрегая расширением шкалы.

674. Было куплено в первый раз 10 л керосина при 0°C , а во второй — при 20°C . На сколько во втором случае масса керосина оказалась меньше? Полагать, что табличное значение плотности керосина дано для 20°C .

675. Для определения коэффициента объемного расширения керосина ученик воспользовался прибором, изображенным на рисунке 73. Высота

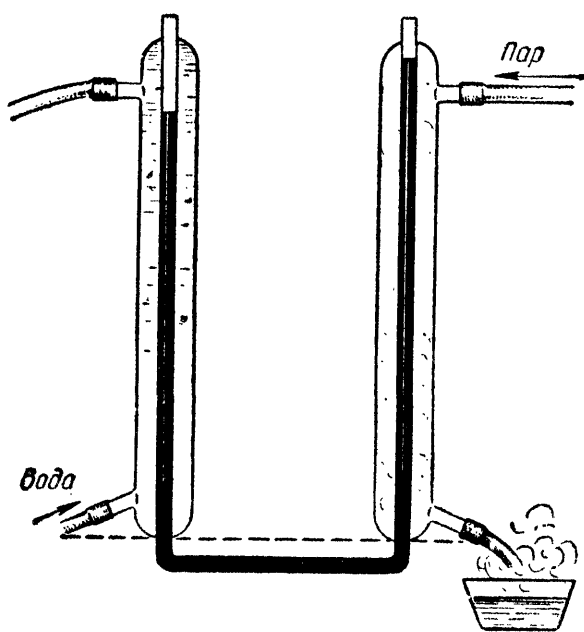


Рис. 73.

керосина в левой трубке при температуре 18°C оказалась равной 40 см, в правой — при температуре 100°C — 43 см. Какой результат получил ученик? Почему при применении этого способа расширение самих трубок учитывать не нужно?

676. Доказать, что жидкость или твердое тело, имеющее плотность $D\text{ кг/м}^3$, удельную теплоемкость $c\text{ Дж/кг}\cdot\text{град}$ и коэффициент объемного расширения

α град⁻¹, при сообщении Q дж увеличивает свой объем на величину $\Delta V = \frac{Q \cdot \alpha}{D \cdot c}$, независимо от первоначального объема.

677. Какое растягивающее напряжение надо приложить к стальному стержню, чтобы он получил такое же относительное удлинение, какое возникло бы при нагревании его от 0 до 100° С?

678. Стальная проволока сечением 2 мм² при температуре 30° С натянута горизонтально и закреплена своими концами между двумя неподвижными опорами. С какой силой будет действовать проволока на точки закрепления при понижении температуры до —10° С?

679. Стальная балка наглухо закреплена между двумя стенами при 0° С. При повышении температуры она производит давление на стены, равное 400 кГ/см². До какой температуры нагрелась балка?

Глава 14

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

§ 38. Тепловые двигатели

680. При изобарическом нагревании объем воздуха, находящегося под давлением 5 ат, увеличился от 0,48 до 0,75 м³. Какая работа была совершена при этом?

681. Воздух, находящийся при температуре 17° С и давлении 1 ат, занимает объем 0,6 м³. Какая работа будет совершаться при его изобарическом нагревании на 30 град?

682. На сколько градусов надо изобарически нагреть воздух в цилиндре, чтобы работа при его расширении составила 5000 дж? Первоначальный объем воздуха 1 м³, температура 12° С, давление 2 ат.

683. В цилиндре, площадь основания которого 0,06 м², находится воздух при 10° С под давлением 5 ат. Поршень расположен на высоте 0,4 м над основанием цилиндра. На сколько поднимется поршень и какая будет совершена работа при изобарическом нагревании воздуха на 35 град?

684. Что обладает большей внутренней энергией: рабочая смесь, находящаяся в цилиндре двигателя внут-

ренного сгорания, к концу такта сжатия (до проскакивания искры) или продукты ее горения к концу рабочего хода?

685. До какой температуры нагреется воздух в цилиндре дизельного двигателя при сжатии до 39 ат, если первоначально он был при давлении 1 ат и температуре 17°C , а объем при сжатии уменьшился в 14 раз?

686. В цилиндре паровой машины после отсечки пара его давление было 16 ат и температура 200°C . Какое давление будет в конце хода поршня, если температура к этому моменту падает до 120°C , а объем увеличивается в 6,6 раза?

687. Какова мощность четырехтактного четырехцилиндрового двигателя трактора С-80, если диаметр поршня 145 мм, ход поршня 205 мм, среднее эффективное давление 6,2 ат, а число оборотов коленчатого вала в минуту 1000?

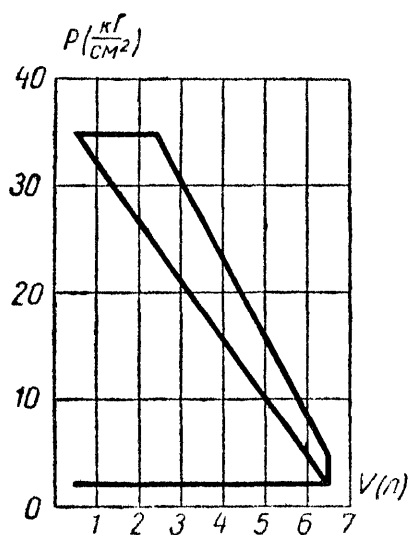


Рис. 74.

688. Каково среднее давление газов во время рабочего хода в цилиндре двигателя автомобиля «Москвич», если при 3600 об/мин развиваемая мощность равна 17 кВт? Диаметр цилиндра 67,5 мм, ход поршня 75 мм. Число цилиндров 4.

689. На рисунке 74 дан график зависимости давления газа от его объема в цилиндре дизельного двигателя. Найти полезную работу за один цикл.

690. Чему равен к. п. д. идеальной тепловой машины, если температура нагревателя 200°C , а холодильника 10°C ?

691. Идеальная тепловая машина отдает холодильнику 75% количества теплоты, полученного от нагревателя. Температура нагревателя 150°C . Определить температуру холодильника.

692. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117, а холодильника 27°C . Машина получает от нагревателя $6,0 \cdot 10^4$ Дж/сек. Вычислить: а) к. п. д. машины, б) количество теплоты, отдаваемое холодильнику, в) мощность машины.

693. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 дж. Определить к. п. д. машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 17°C .

694. В идеальной тепловой машине, к. п. д. которой 25%, газ получает от нагревателя 16 кдж/сек. Какова мощность машины? Какова температура нагревателя, если температура холодильника 22°C ?

695. В паровой турбине расходуется 0,35 кг дизельного топлива на 1 кВт·ч. Температура пара, поступающего в турбину, 250°C , температура холодильника 30°C . Вычислить фактический к. п. д. турбины и сравнить его с к. п. д. идеальной тепловой машины, работающей при тех же температурных условиях.

696. Сколько условного топлива расходует на каждый 1 кВт·ч первая в СССР тепловая электростанция сверхвысокого давления (Черепетская ГРЭС), если к. п. д. станции 37%?

697. К. п. д. тепловоза ТЭ-3 составляет 28%. Его мощность 1500 кВт. Определить расход нефти в течение 1 ч.

698. Какое количество дизельного топлива при уборке урожая израсходует трактор ДТ-54, развивающий номинальную мощность 40 кВт, если уборка длится 10 суток, трактор работает в среднем по 12 ч в сутки, обладает к. п. д. 30% и развивает среднюю мощность 60% от номинальной?

699. Две секции тепловоза ТЭ-3 при мощности 3000 кВт имеют к. п. д. 28%. Сколько нефти экономит тепловоз за 10 ч работы на полную мощность по сравнению с двумя паровозами, имеющими к. п. д. 8%, если оба они вместе развивают такую же мощность, как и тепловоз?

700. Машины буксирного парохода развивают мощность 300 кВт при к. п. д. 10%. На сколько часов непрерывной работы хватит запаса каменного угля, равного 20 т?

701. Гусеничный трактор С-80 развивает номинальную мощность 60 кВт и при этой мощности расходует в среднем в час 18 кг дизельного топлива. Найти к. п. д. его двигателя.

702. Минимальный расход бензина автомобиля «Волга» 300 г на 1 кВт · ч, а автомобиля «Победа» 355 г на 1 кВт · ч. Каков максимальный к. п. д. этих автомобилей?

703. Какую среднюю мощность развивает мотоцикл ИЖ-56 при движении со скоростью 90 км/ч и расходе бензина 4,5 л на 100 км пути, если к. п. д. равен 20%? Какой процент составляет эта мощность от максимальной, равной 10 кВт?

704. Какую среднюю мощность развивает установленный на велосипеде мотор, если при скорости движения 25 км/ч расход бензина составлял 1,7 л на 100 км пути, а к. п. д. мотора 20%?

705. С каким к. п. д. должен был бы работать двигатель автобуса ЗИЛ-155, развивая максимальную мощность в 70 кВт при предельной скорости движения 65 км/ч, чтобы уложиться в норму расхода топлива (бензина), равную 33 л на 100 км пути? Объясните полученный ответ, учитывая, что реальный к. п. д. равен 20—25%.

706. Междугородный автобус ЗИЛ-127 прошел расстояние 80 км за 1 ч. Двигатель при этом развивал среднюю мощность 70 кВт при к. п. д. 25%. Сколько литров дизельного топлива сэкономил водитель в рейсе, если норма расхода горючего 40 л на 100 км?

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Глава 15

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

§ 39. Электрические заряды. Закон Кулона

707. Приводные ремни и шкивы электродвигателей, а также ленты транспортеров, от трения электризуются. Как предотвратить накопление зарядов на них?

708. Для чего автомашины, предназначенные для перевозки горючего, снабжены свисающей до земли металлической цепью?

709. Зачем детали ткацких станков надежно заземляют и волокна пряжи покрывают электропроводящим составом?

710. Правила техники безопасности требуют, чтобы при перекачивании горючих жидкостей заблаговременно надежно заземляли опоражниваемую и заполняемую цистерны, а также соединяющий их трубопровод. Объясните физическую сущность этой меры.

711. Докажите, что на взрывоопасных производствах целесообразно заменять кожаные и прорезиненные приводные ремни металлическими цепями.

712. Объясните происхождение искр, проскакивающих между корпусом самолета и землей при посадке самолета?

713. Как изменится период колебания подвешенного на шелковой нити наэлектризованного шарика, если к нему снизу приблизить заряженную пластину?

714. Укажите признаки сходства и различия между законом всемирного тяготения и законом Кулона для электрических зарядов.

715. Какую долю кулона содержит заряд $5 \cdot 10^{16}$ электронов?

716. Найти суммарный заряд всех электронов, содержащихся в атомах 1 см^3 водорода, взятого при нормальных условиях.

717. Найти величину каждого из двух одинаковых точечных зарядов, взаимодействующих в воздухе на расстоянии 5 см с силой $1,1 \text{ Г}$.

718. Два небольших изолированных шара, расположенных на расстоянии 60 см друг от друга, несут заряды $2,5 \cdot 10^{-8}$ и $5 \cdot 10^{-8} \text{ к}$. В какую точку нужно поместить третий заряд, чтобы он оказался в равновесии?

719. Два небольших шарика, расположенных на расстоянии 9 см друг от друга, обладают зарядами одного знака $1,2 \cdot 10^{-8}$ и $2,4 \cdot 10^{-8} \text{ к}$. Найти величину и направление силы, действующей на заряд $3 \cdot 10^{-9} \text{ к}$ того же знака, помещенный между ними на соединяющей их линии на расстоянии 3 см от меньшего заряда.

720. Два одинаковых маленьких шарика несут на себе заряды $1,4 \cdot 10^{-8}$ и $3 \cdot 10^{-8} \text{ к}$. Найти силу взаимодействия их после соприкосновения и удаления друг от друга на расстояние 20 см . Решить задачу, предполагая: а) заряды одноименными и б) заряды разноименными.

721. Два одинаковых шара заряжены разноименно так, что абсолютная величина заряда одного из них в 5 раз больше величины другого. После соприкосновения шары были удалены друг от друга на расстояние 20 см . Найти величину каждого из зарядов, если сила взаимодействия между ними равна $5,1 \text{ Г}$.

722. Каждый из двух шариков массой по 1 г несет заряд 10^{-9} к . Во сколько раз сила электрического взаимодействия их больше силы гравитационного притяжения?

723. На шелковых нитях длиной 15 см каждая, прикрепленных в одной точке, подвешены два шарика весом по 100 мГ . При сообщении им одинаковых зарядов нити разошлись так, что каждая из них составила с вертикалью угол 30° . Определить величину зарядов и силу взаимодействия между ними. Весом нитей пренебречь.

§ 40. Напряженность электрического поля.

Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

Диэлектрическая проницаемость

724. На шаре диаметром 16 см сосредоточен заряд $2 \cdot 10^{-7}$ к. Найти поверхностную плотность заряда на шаре и напряженность поля на расстоянии 4 см от поверхности шара?

725. На шаре радиусом 10 см поверхностная плотность заряда равна $0,5 \cdot 10^{-5}$ к/м². Найти напряженность поля на расстоянии 50 см от поверхности шара.

726. Укажите характеристику поля тяготения, аналогичную напряженности электрического поля.

727. Какое ускорение получает ион водорода ($m = 1,67 \cdot 10^{-24}$ г, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ к) в поле, напряженность которого 0,003 н/к?

728. В однородном, направленном вертикально вниз электрическом поле капля масла весом 0,0002 мГ оказалась в равновесии. Найти величину заряда капли и число излишних электронов на ней, если напряженность поля $8 \cdot 10^3$ н/к.

729. Точечные заряды $3 \cdot 10^{-8}$ и $2 \cdot 10^{-8}$ к расположены на расстоянии 20 см друг от друга. Какова напряженность поля в точке, находящейся на линии, соединяющей заряды, на расстоянии 10 см от каждого из них.

Изменяется ли ответ, если положительные заряды заменить отрицательными или зарядами разных знаков?

730. Два небольших шарика несут на себе заряды по 10^{-7} к и расположены на расстоянии 40 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 25 см от каждого из зарядов. Задачу решить в предположении, что: а) оба заряда положительные, б) оба заряда отрицательные, в) заряды имеют разные знаки.

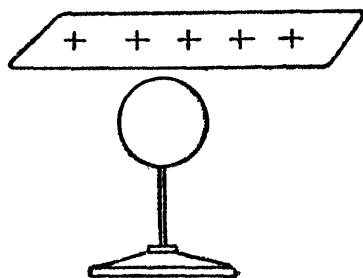


Рис. 75.

731. К стоящему на изолирующей подставке металлическому шару (рис. 75) приблизили наэлектризованную пластину. Какие действия и в какой последовательности надо произвести, чтобы шар оказался заряженным и заряд на его поверхности распределился равномерно?

732. На положительно заряженную пластину диэлектрика положили металлический диск с изолирующей ручкой (рис. 76). Какие действия и в какой последовательности надо произвести,

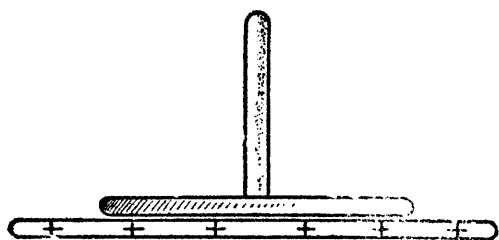


Рис. 76.

чтобы после снятия диска с пластины он оказался заряженным отрицательно?

733. Объясните с помощью рисунков, почему приближение руки человека к стержню электроскопа вызывает уменьшение угла рас-

хождения листочков прибора, а удаление руки восстанавливает прежний угол расхождения?

734. Как уничтожить влияние заряженного тела на находящийся вблизи него электроскоп?

735. Как защищают некоторые детали радиоустановок от действия на них внешних электрических полей?

736. Два точечных заряда находятся в воздухе на расстоянии 20 см друг от друга. На сколько надо приблизить друг к другу эти заряды, чтобы при погружении их в парафин сила взаимодействия между ними оказалась такой же, как и в воздухе?

737. Металлический шарик диаметром 4 см погружен в парафин. Поверхностная плотность заряда на шаре $0,8 \cdot 10^{-5}$ к/м². Какова напряженность поля в парафине на расстоянии 20 см от поверхности шара?

§ 41. Потенциал

738. Два больших диска помещены параллельно друг другу на расстоянии 4 см один от другого и заряжены до разности потенциалов 30 000 в. Какова напряженность поля между дисками?

739. Какова разность потенциалов начальной и конечной точек пути, который должен пройти электрон, чтобы приобрести энергию 15 эв? Какую скорость он будет иметь к концу пути? Начальную скорость электрона принять равной нулю.

740. Ион водорода ($m = 1,67 \cdot 10^{-24}$ г) проходит путь между двумя точками электрического поля, разность потенциалов между которыми 3000 в. Какой энергией

обладает ион в конце пути? Какова его конечная скорость, если начальная скорость равна нулю?

741. Какова разность потенциалов конечной и начальной точек пути электрона в электрическом поле, если на этом пути он увеличил свою скорость с 10 000 до 20 000 км/сек?

742. В поле точечного заряда 10^{-7} к две точки расположены на расстояниях 15 и 20 см от заряда. Найти разность потенциалов этих точек.

743. Два одноименных точечных заряда $1,5 \cdot 10^{-7}$ и $2 \cdot 10^{-7}$ к находятся на расстоянии 0,8 м друг от друга. Какую работу надо совершить, чтобы уменьшить расстояние между зарядами до 40 см?

744. Между двумя параллельными горизонтально расположенными пластинами, заряженными до 6000 в, находится уравновешенная силами поля пылинка весом $2 \cdot 10^{-8}$ Г. Расстояние между пластинами 5 см. Каков заряд пылинки?

745. Какова разность потенциалов между двумя параллельными горизонтально расположенными пластинами, удаленными друг от друга на 2 см, если пылинка весом $0,8 \cdot 10^{-9}$ Г, несущая на себе заряд 4000 избыточных электронов, оказалась в равновесии?

746. Какая работа совершается при перемещении заряда $2 \cdot 10^{-8}$ к в однородном электрическом поле, напряженность которого 150 000 в/м, если расстояние, на которое перемещен заряд, равно 10 см, а направление движения составляет угол 60° с направлением силовых линий поля?

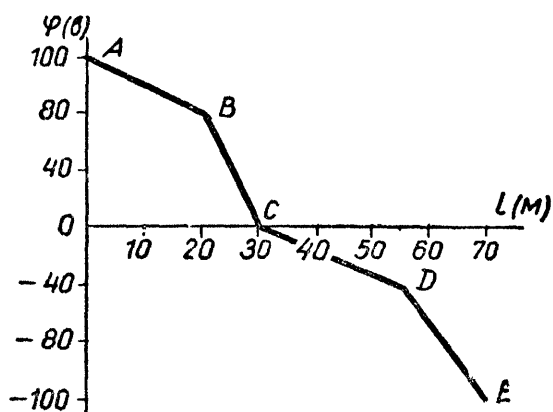


Рис. 77.

747. По графику (рис. 77) найдите разности потенциалов между точками A, B, C, D и E, а также напряженности поля на отдельных участках его. Является ли поле с таким изменением потенциала однородным?

748. Из ядра атома радия со скоростью 20 000 км/сек вылетает α -частица (ядро атома He) массой $6,67 \cdot 10^{-24}$ г. Выразить энергию α -частицы в эв и найти разность

потенциалов, которая обеспечивала бы α -частице такую же энергию. Заряд α -частицы $3,2 \cdot 10^{-19}$ к.

749. Начертите график изменения величины потенциала ϕ в зависимости от расстояния r от точечного заряда q , взяв $q = 1,1 \cdot 10^{-9}$ к; r выразите в метрах, а ϕ — в вольтах.

§ 42. Емкость. Конденсаторы

750. Заряд $4 \cdot 10^{-8}$ к повышает потенциал проводника на 2500 в. Какова емкость проводника (в пф)?

751. На поверхности шара сосредоточен заряд $4 \cdot 10^{-8}$ к. Потенциал шара 12 кв. Каковы емкость шара и радиус его?

752. Шару диаметром 20 см сообщили заряд $5,4 \cdot 10^{-8}$ к. Какой величины заряд надо добавить, чтобы потенциал шара стал равным 18 кв?

753. Два шара диаметром каждый 10 см заряжены до потенциалов 6 и 15 кв, а затем соединены проволокой. Каким оказался потенциал шаров после соединения и как изменился заряд каждого из них?

754. Заряженный до потенциала 16 000 в шар радиусом 5 см соединяют проволокой с незаряженным шаром радиусом 3 см. Каким оказался потенциал шаров после соединения и какой заряд перешел на второй шар?

755. Заряженный до потенциала 15 000 в шар радиусом 5 см соединяют с заряженным до потенциала 45 кв шаром радиусом 7 см. Каков потенциал шаров после соединения? Какой заряд перешел с одного шара на другой?

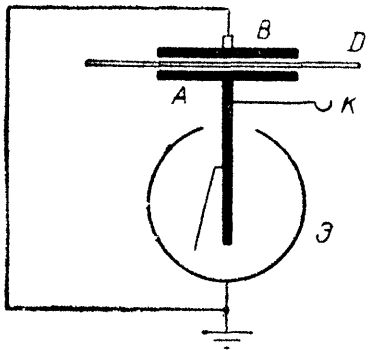


Рис. 78.

756. Воздушный шар при подъеме от трения о воздух наэлектризовался положительно до потенциала 300 000 в. Диаметр шара 20 м. С какой силой действует на шар электрическое поле Земли, если напряженность его 100 в/м и направлена она вертикально вниз?

757. Какой величины заряд сосредоточен на каждой из обкладок конденсатора емкостью 2 мкф, заряженного до напряжения 450 в?

758. На стержне электроскопа Э (рис. 78) укреплена металлическая пластина А, отделенная от зазем-

ленной пластины B тонким слоем диэлектрика D . Через контакт K электроскоп заряжают так, чтобы отклонение стрелки прибора оказалось малым. Объяснить, почему после удаления пластины B угол отклонения стрелки резко увеличивается? Как изменится угол отклонения стрелки после удаления диэлектрика?

759. Плоский конденсатор составлен из двух круглых пластин диаметром 22 см каждая, отделенных друг от друга слоем воздуха толщиной 3 мм. Напряжение на пластинах конденсатора 120 в. Какой заряд сосредоточен на каждой пластине?

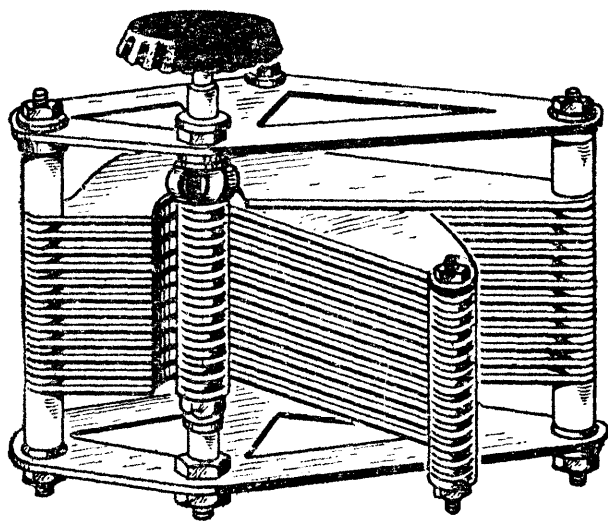


Рис. 79.

760. Лейденская банка цилиндрической формы с толщиной стеклянных стенок 3 мм оклеена металлической фольгой до высоты 15 см. Диаметр банки 8 см. Какова емкость банки? Какой заряд сосредоточится на каждой ее обкладке, если банку зарядить до 60 кВ?

761. Воздушный конденсатор переменной емкости (рис. 79) имеет на роторе 10 пластин, рабочая площадь каждой из которых (считая по одной стороне) может меняться при вращении ротора от 1 и до 16 см². Толщина воздушной прослойки 4 мм. В каких пределах можно изменять емкость этого конденсатора?

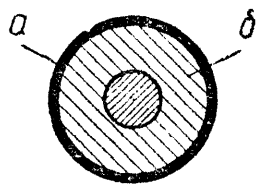


Рис. 80.

762. Подземный кабель (рис. 80) заключен в свинцовую оболочку a , заполненную диэлектриком b . Исходя

из формулы емкости плоского конденсатора, покажите, от каких обстоятельств и как зависит емкость такого кабеля.

763. Два удаленных друг от друга и заряженных до одного потенциала проводника A и B (рис. 81) сдвинули вплотную так, что конус D проводника B вошел в коническую полость C проводника A . Изменился ли потенциал проводников, и если изменился, то как?

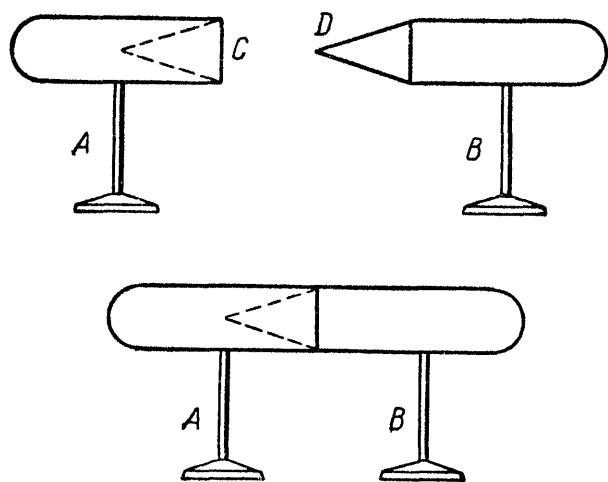


Рис. 81.

764. Конденсатор емкостью 2 мкф , заряженный до напряжения 300 в , соединили параллельно с незаряженным конденсатором емкостью 8 мкф . Какими оказались емкость батареи и напряжение на ее зажимах? Какой заряд перешел с первого конденсатора на второй.

765. Конденсатор емкостью 6 мкф , заряженный до напряжения 120 в , соединили параллельно с конденсатором емкостью 4 мкф , заряженным до напряжения 360 в . Каковы емкость батареи и напряжение на ее зажимах?

766. Конденсатор емкостью C_1 , заряженный до напряжения U_1 , соединили параллельно с конденсатором емкостью C_2 , заряженным до напряжения U_2 . Каким оказалось напряжение U на зажимах батареи?

767. Конденсатор емкостью 2 мкф , заряженный до напряжения 300 в , соединили параллельно с незаряженным конденсатором. На зажимах батареи установилось напряжение 120 в . Каковы емкость второго конденсатора и емкость батареи?

768. Конденсаторы емкостями 2 и 3 мкф соединены последовательно, и батарея из них заряжена до напряжения 450 в . Каковы емкость батареи и напряжение на зажимах каждого конденсатора?

769. Последовательно с конденсатором емкостью 8 мкф включен второй конденсатор. Емкость батареи

оказалась равной $1,6 \text{ мкф}$. Какова емкость второго конденсатора?

770. Каковы емкости каждого из двух конденсаторов, если при последовательном соединении их емкость равна $1,5 \text{ мкф}$, а при параллельном 8 мкф ?

771. Какие емкости можно получить, имея конденсаторы 2 и 4 мкф ?

772. Какие емкости можно получить, имея три конденсатора по 6 мкф каждый. Решение сопроводить схемами соединений.

773. Определить общую емкость батареи конденсаторов, соединенных по схеме, изображенной на рисунке 82, если $C_1 = 4 \text{ мкф}$, $C_2 = 2 \text{ мкф}$, $C_3 = 1,5 \text{ мкф}$ и $C_4 = 2,5 \text{ мкф}$.

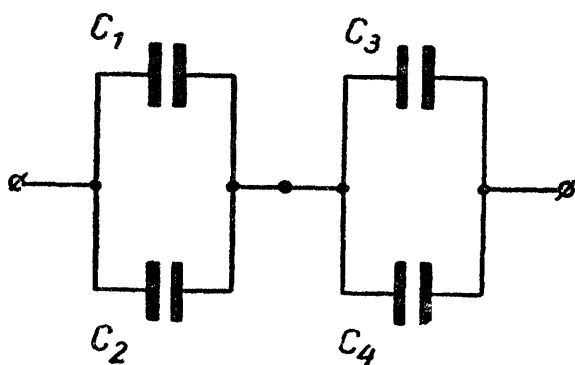


Рис. 82.

774. К воздушному конденсатору, заряженному до напряжения 210 в , присоединили параллельно незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком из стекла. Какова диэлектрическая проницаемость данного сорта стекла, если напряжение на зажимах батареи оказалось равным 30 в ?

775. Напряжение на обкладках конденсатора емкостью 40 мкф равно 450 в . Какова энергия поля конденсатора?

776. Плоский воздушный конденсатор, пластины которого имеют площади 300 см^2 каждая и удалены на 1 см друг от друга, заряжен до напряжения 15 кВ . Какова энергия поля этого конденсатора? Какой станет энергия поля его, если пластины конденсатора удалить друг от друга на 2 см ? За счет чего изменилась энергия поля конденсатора?

777. Батарея, состоящая из 20 параллельно соединенных конденсаторов по 20 мкф каждый, заряжена до напряжения 450 в . Сколько энергии выделится при искровом разряде батареи?

778. Батарея из 4 параллельно соединенных лейденских банок заряжена до напряжения 100 кВ . Каждая банка имеет диаметр 12 см , толщину стеклянных сте-

нок 2 мм и оклеена металлической фольгой до высоты 20 см. Сколько энергии выделится при искровом разряде батареи?

Глава 16

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В МЕТАЛЛАХ. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

§ 43. Электронная проводимость металлов. Сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи

779. Конденсатор емкостью 1000 мкф заряжается до напряжения 50 в в течение 0,5 сек. Какова средняя величина заряжающего тока? Сколько электронов проходит через поперечное сечение провода за это время?

780. Стальной провод, по которому шел ток от одного пункта к другому, заменили медным. Во сколько раз уменьшился диаметр и вес провода, если сопротивление его уменьшилось вдвое?

781. Каков вес медного провода длиной 1 км и сопротивлением 0,6 ом? Какова потеря напряжения на нем при плотности тока 5 а/мм²?

782. Каково сопротивление медного провода весом 4 кг, если диаметр его 1,2 мм?

783. Катушка медной проволоки весит 0,13 кг и имеет сопротивление 260 ом. Каковы длина и диаметр проволоки?

784. Шкала школьного гальванометра содержит по 10 делений в обе стороны от нуля. На приборе написано: « $R = 26$ ом, $I = 0,6$ ма/деление». Каковы пределы для измерения тока и напряжения у этого прибора?

785. Сопротивление проводника R ом. Построить графики, выражающие для этого проводника зависимость: а) тока от напряжения, б) тока от сопротивления. Как по первому графику найти сопротивление? Как по второму графику найти напряжение на концах проводника?

786. По железному проводу диаметром 1,5 мм и длиной 14,2 м идет ток 2,25 а, напряжение на концах провода 1,8 в. Каково удельное сопротивление железа?

787. В двухпроводной линии электропередачи Кашира — Москва длиной 112 км плотность тока в алюминиевом проводе равна 1 а/мм^2 . Напряжение в начале линии 200 кВ. Определить потерю напряжения (в кВ и %) в линии передачи?

788. Почему в навитом из голого никелинового провода реостате не происходит замыкание витков друг на друга, хотя витки расположены вплотную?

§ 44. Зависимость сопротивления проводника от температуры

789. В каких пределах (относительно сопротивления при 0°С) изменяется сопротивление телеграфной линии из стального провода при изменении температуры от $+30$ (летом) до -30°С (зимой)? Выразите это изменение в %.

790. По медному проводу при 0°С идет ток 32 мА при напряжении 1,2 В, а при температуре 100°С ток 23 мА при том же напряжении 1,2 В. Какова величина температурного коэффициента сопротивления меди из этих данных?

791. При температуре 25°С по вольфрамовой спирали мощной лампы накаливания при напряжении 20 мВ идет ток 4 мА. Когда на лампу подали номинальное для нее напряжение 120 В, то ток оказался 2 А. До какой температуры нагревается спираль лампы в сети 120 В?

792. Спираль электрической плитки при комнатной температуре (20°С) имеет сопротивление 20 Ом. Какой ток пойдет по спирали при рабочей температуре 600°С , если температурный коэффициент сопротивления материала спирали $0,0015 \text{ град}^{-1}$, а напряжение в сети 120 В?

793. Вольфрамовая нить лампы накаливания в рабочем состоянии имеет температуру 2500°С . Во сколько раз пусковой ток (ток в момент включения) больше рабочего тока?

794. Нихромовая спираль электрической плитки в рабочем состоянии имеет температуру 800°С . Во сколько раз пусковой ток этой плитки больше рабочего тока? Сопоставьте ответы этой и предыдущей задач и объясните разницу.

795. Почему катушки сопротивлений, предназначенные для измерений, делают из манганиновой проволоки?

§ 45. Последовательное и параллельное соединение проводников

796. На рисунке 83 схематически показан магазин сопротивлений. В каких гнездах надо оставить медные штыри, чтобы получить сопротивления: 7, 9, 13, 43, 82 и 96 ом? Подводящие проводники подключены к зажимам *A* и *D*.

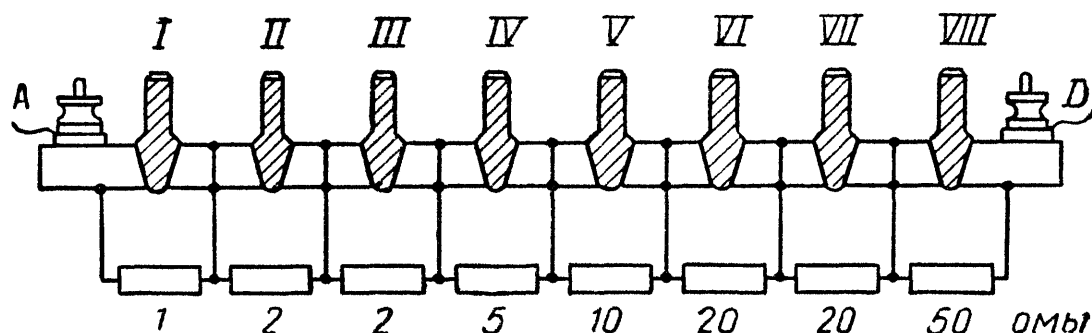


Рис. 83.

797. Аккумулятор замкнут тремя проводниками одинаковой длины, соединенными последовательно. На рисунке 84 изображен график, показывающий потерю напряжения на них. Одинаковы ли сопротивления проводников? Какой проводник имеет наибольшее и какой наименьшее сопротивление? Какова потеря напряжения на единицу длины в каждом из них?

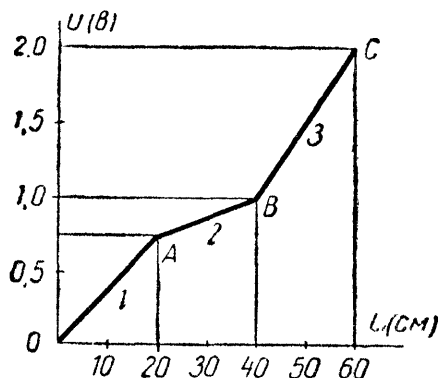


Рис. 84.

798. Проволоку разрезали на 4 равных куска и из этих кусков свили четырехжильный провод. Как и во сколько раз изменилось сопротивление провода?

799. Два вольтметра включили в цепь последовательно. Один из них с сопротивлением 2,5 ком дал показание 10 в, а второй 60 в. Каково сопротивление второго вольтметра?

800. Последовательно включены проводники с сопротивлениями 2; 2,5 и 3 ом. Найти падение напряжения в каждом проводнике, если к концам всего участка цепи приложено напряжение 6 в.

801. В сеть включены последовательно три реостата с сопротивлениями 30; 40 и 90 *ом*, причем напряжение на концах второго реостата оказалось 30 *в*. Определить ток в реостатах, напряжение в сети и на концах первого и третьего реостатов.

802. Елочные гирлянды из 12-вольтовых одинаковых лампочек, соединенных последовательно, изготавливают для питания от сети 127 *в* и от сети 220 *в*. Какое наименьшее количество ламп надо включить в каждую гирлянду?

803. Как простейшим образом осуществить временное освещение места работ по ремонту трамвайного пути лампами, изготовленными для питания от сети 127 *в*, если напряжение между контактным воздушным проводом и рельсом 650 *в*. Сделайте пояснительный рисунок и схему.

804. На зажимы *A* и *B* реостата с ползуном (рис. 85), имеющего в обмотке 250 витков, подано напряжение 125 *в*. В какое положение надо поставить ползун *D* реостата, чтобы напряжение между точками *B* и *C* оказалось равным 50 *в*?

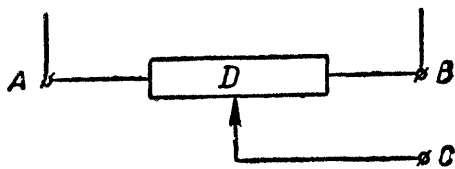


Рис. 85.

805. Какое напряжение необходимо поддерживать на зажимах генератора, питающего электродвигатель, расположенный на расстоянии 500 *м* от него? Двигатель рассчитан на ток 8 *а* и напряжение 120 *в*, сечение каждого из двух проводов медного кабеля, подающего ток, равно 7 *мм*².

806. Проекционная лампа рассчитана на напряжение 110 *в* и ток 3 *а*. Какой длины никелиновый провод диаметром 1,2 *мм* надо взять для реостата, употребляемого как добавочное сопротивление, при включении лампы в сеть с напряжением 125 *в*?

807. Последовательно с вольтметром, имеющим сопротивление 200 *ом*, включили проводник сопротивлением 1 *ком*. Во сколько раз увеличилась цена деления шкалы вольтметра и пределы его измерения?

808. Вольтметр сопротивлением 2,5 *ком*, включенный в сеть, показал напряжение 125 *в*. После включения последовательно с ним добавочного сопротивления он

показал 100 *в*. Какова величина добавочного сопротивления?

809. Сопротивление гальванометра 5 *ом*, и при предельном отклонении стрелки он дает показание 10 *ма*. Каким дополнительным сопротивлением надо снабдить прибор, чтобы его можно было использовать в качестве вольтметра с предельным показанием 300 *в*?

810. Подключенный к зажимам источника тока вольтметр показал 45 *в*. Когда последовательно с вольтметром включили сопротивление 30 *ком*, показание вольтметра стало равным 15 *в*. Каково сопротивление вольтметра?

811. Какие наибольшее и наименьшее сопротивления можно получить из четырех сопротивлений: 2, 4, 6, и 8 *ом*?

812. Вычисляя общее сопротивление параллельно включенных проводников с сопротивлениями 2, 3 и 7 *ом*, учащийся получил 2,4 *ом*. Не производя проверочных вычислений, покажите, что результат вычисления учащегося неверен.

813. Показание амперметра, включенного в цепь (рис. 86), 0,5 *а*, а показание вольтметра 4 *в*. Сопротивление вольтметра 40 *ом*. Каково сопротивление включенного в цепь проводника?

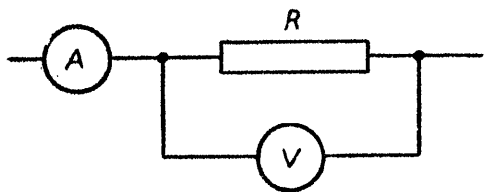


Рис. 86.

814. Для измерения большой величины тока, протекающего по медному проводу прямоугольного сечения 120×20 *мм*, к двум точкам этого

провода, отстоящим друг от друга на расстоянии 100 *см*, припаяны провода от гальванометра. Сопротивление проводов и гальванометра 10 *ом*, а показание его 8,5 *ма*. Какой величины ток протекает по проводу?

815. Демонстрационный школьный гальванометр с сопротивлением 20 *ом* имеет шкалу до 5 *ма*. Прибор зашунтировали сопротивлением 5 *ом*. Какими оказались пределы его измерений?

816. Миллиамперметр на 25 *ма* с сопротивлением 3 *ом* зашунтировали никелиновым проводником длиной 20 *см* и диаметром 2 *мм* и включили в цепь последовательно. Какова величина тока в подводящем проводе, если по гальванометру протекает ток 20 *ма*?

817. Предел измерения миллиамперметра ПМ-70 с сопротивлением $3\ \text{ом}$ надо увеличить с $25\ \text{ма}$ до $2,5\ \text{а}$. Какой длины манганиновую проволоку диаметром $1\ \text{мм}$ надо взять для изготовления шунта?

818. При подгонке шунта r (рис. 87) к амперметру A_1 с оцифрованной шкалой оказалось, что показание эталонного амперметра A_0 равно $2\ \text{а}$, а показание

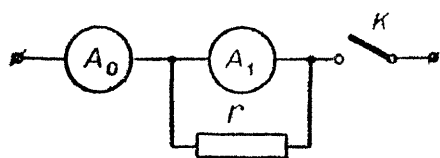


Рис. 87.

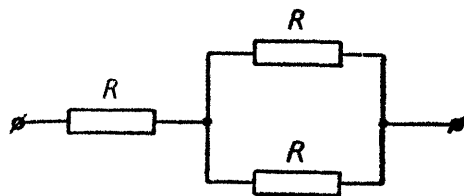


Рис. 88.

амперметра A_1 равно $3\ \text{а}$. Как надо изменить длину шунтирующей манганиновой проволоки? Можно ли снимать шунт, не выключив цепь рубильником K ?

819. Во сколько раз уменьшится ток в цепи (рис. 88), если выключить один из параллельно включенных проводников?

820. Проводники r_1 и r_2 включают по схемам a и b (рис. 89). Показания приборов: а) $3,5\ \text{в}$ и $1,4\ \text{а}$; б) $2,4\ \text{в}$

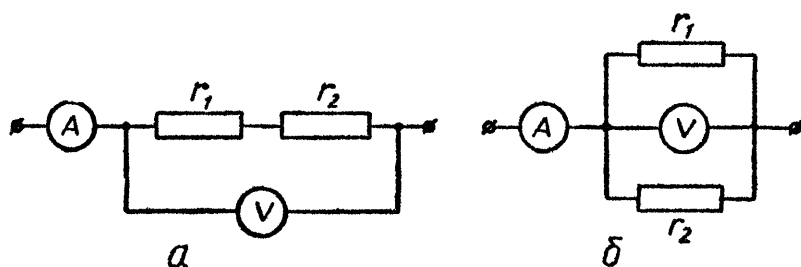


Рис. 89.

и $4\ \text{а}$. Определить сопротивление каждого из проводников? Током, протекающим через вольтметр, пренебречь.

821. Какие сопротивления можно получить, имея три сопротивления, по $6\ \text{ом}$ каждое? Решение сопроводить схемами.

822. Четыре сопротивления соединены по схеме, изображенной на рисунке 90. Определить сопротивления этой системы при включении ее в цепь разными парами точек.

823. Проводники с сопротивлениями 2, 3 и 5 *ом* соединены один раз треугольником, другой раз — звездой (рис. 91). Найти сопротивления обеих цепей при вклю-

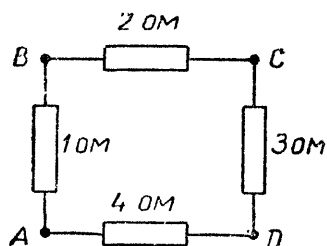


Рис. 90.

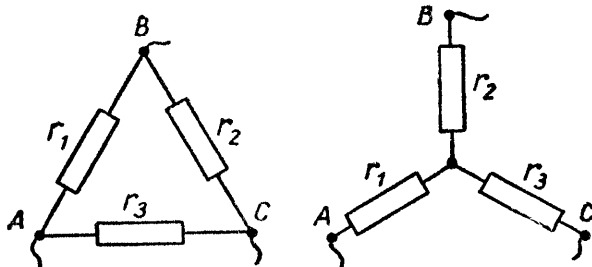


Рис. 91.

чении их в цепь любыми парами точек. Результат вычислений проверьте опытом.

824. Из 6 сопротивлений, по 200 *ом* каждое, спаян тетраэдр (рис. 92). Найти сопротивление этого каркаса и результат проверить опытом.

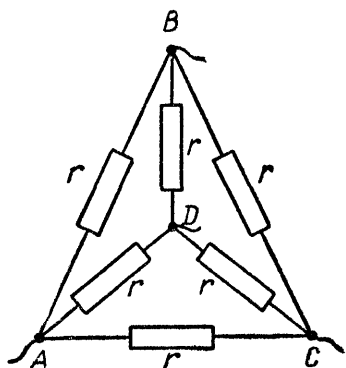


Рис. 92.

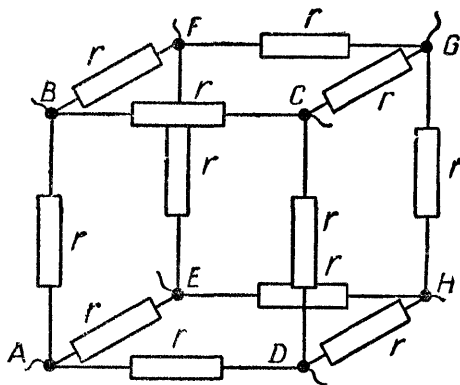


Рис. 93.

825. Из 12 одинаковых сопротивлений спаян куб (рис. 93). Найти сопротивления этого каркаса при включении его в цепь двумя любыми вершинами. Результаты вычислений проверить опытом.

826. Проводники соединены по схеме, изображенной на рисунке 94. Показание амперметра 2,5 *а*. Каково напряжение между точками A и B?

827. Генератор электрической станции питает 100 ламп, потребляющих каждая по $0,25\text{ а}$, и 80 ламп, потребляющих по $0,75\text{ а}$ каждая. Напряжение на зажимах ламп должно быть 220 в . Какое напряжение надо поддерживать на зажимах генератора, если двухпроводная линия длиной 200 м выполнена из алюминиевого провода сечением 60 мм^2 ?

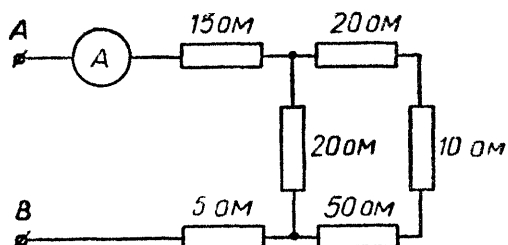


Рис. 94.

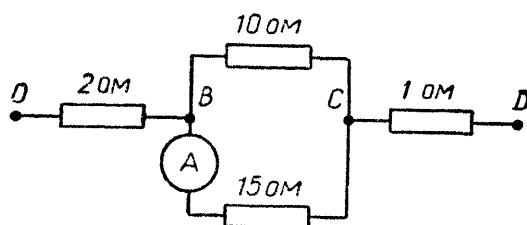


Рис. 95.

828. От магистрали, напряжение в которой 220 в , к дому проложена двухпроводная линия длиной 100 м . Сечение проводов $2,9\text{ мм}^2$. Каково напряжение на вводе в дом, если в нем включены две лампы с сопротивлением по 1200 ом , три лампы по 600 ом и две лампы по 500 ом . Каким станет напряжение на вводе, если включить еще и плитку с сопротивлением 80 ом ? Провод линии — медный.

829. Амперметр, включенный в цепь, изображенную на рисунке 95, показал 2 а . Найти напряжения на каждом сопротивлении и токи, протекающие по ним.

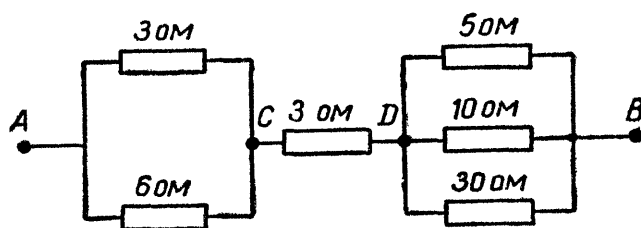


Рис. 96.

830. Найти распределение токов и напряжений в цепи, составленной по схеме, которая изображена на рисунке 96, если напряжение между точками C и D равно 48 в .

831. На реостат с сопротивлением $600\text{ }\Omega$ (рис. 97) подано напряжение 240 В . Лампа D находится под напряжением 120 В , и по ней идет ток $0,4\text{ А}$. В каком отношении делит ползунок обмотку реостата?

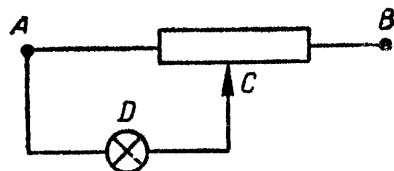


Рис. 97.

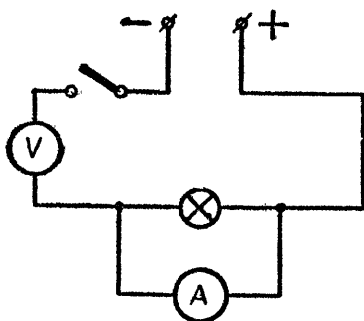


Рис. 98.

833. Найти распределение токов и напряжений в цепи, которая составлена по схеме, изображенной на рисунке 99, если напряжение между точками A и B равно 12 В . Идет ли ток по гальванометру?

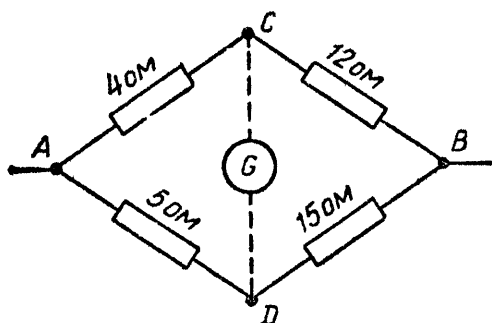


Рис. 99.

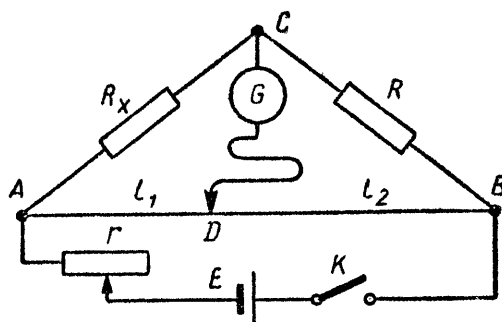


Рис. 100.

834. На рисунке 100 представлена схема «мостика Уитстона» для измерения сопротивлений. Найти величину измеряемого сопротивления R_x , если сопротивление R равно $30\text{ }\Omega$, а ползунок D делит проволоку реохорда AB на две части: $l_1 = 35\text{ см}$, $l_2 = 25\text{ см}$. Мостик уравновешен: по гальванометру ток не идет.

835. Найти положение подвижного контакта D (рис. 100) на проволоке реохорда длиной 100 см , если мостик уравновешен, а сопротивления: $R = 5\text{ }\Omega$, $R_x = 3\text{ }\Omega$.

836. В цепь, составленную по схеме мостика Уитстона (рис. 100), к точкам A и C подключили константановую проволоку длиной 15,7 м диаметром 1 мм, а к точкам C и B сопротивление 15 ом. Мостик уравновешен, когда подвижной контакт D делит проволоку реохорда на части: $l_1 = 40$ см и $l_2 = 60$ см. Найти удельное сопротивление константана.

837. Найти величину температурного коэффициента сопротивления меди, если медная проволока R_x (рис. 100) при 0°C уравновешивает мостик при $l_1 = 52$ см, $l_2 = 48$ см и $R = 36$ ом. При нагревании проволоки до 100°C для уравновешивания мостика контакт D передвигают по проволоке реохорда вправо на 8 см.

§ 46. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность тока

838. Батарея аккумуляторов с э.д.с. 12 в дает ток 5 а при напряжении на зажимах 11 в. Найти ток короткого замыкания батареи.

839. Как будут изменяться показания вольтметров V_1 и V_2 (рис. 101) при уменьшении сопротивления R_2 ?

840. Напряжение на зажимах генератора 36 в, а сопротивление внешней цепи в 9 раз больше внутреннего сопротивления. Какова э.д.с. генератора?

841. Батарея для карманного фонаря с э.д.с. 4,5 в при включенной лампочке дает напряжение 4 в. Во сколько раз сопротивление лампочки больше внутреннего сопротивления батареи?

842. Какого сопротивления проводник надо включить во внешнюю цепь генератора с э.д.с. 230 в и внутренним сопротивлением 0,1 ом, чтобы напряжение на его зажимах оказалось равным 220 в?

843. Генератор с э.д.с. 150 в и внутренним сопротивлением 0,4 ом питает 200 ламп с сопротивлением по 320 ом каждая. Каково напряжение на зажимах генератора? Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

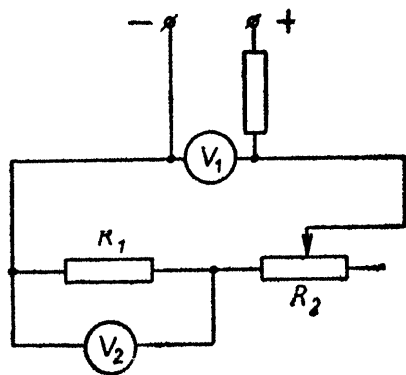


Рис. 101.

844. Батарею аккумуляторов с э. д. с. 6 в и внутренним сопротивлением 0,5 ом подключают к рычажному реостату с общим сопротивлением 10 ом. Реостат имеет 11 контактов для включения ступенями через 1 ом всех сопротивлений от 0 до 10 ом включительно. Какими будут напряжения на зажимах батареи при перемещении рычага реостата с 1-го контакта на 11-й?

845. Найти э. д. с. и внутреннее сопротивление гальванического элемента, если при сопротивлении внешней цепи 2 ом ток равен 0,6 а, а при сопротивлении 1 ом — 1 а.

846. Найти э. д. с. и внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов, если при сопротивлении внешней цепи 4,75 ом напряжение на зажимах 3,8 в, а при сопротивлении 10 ом — 4 в.

847. Генератор с э. д. с. 140 в питает 240 ламп с сопротивлением 360 ом каждая. Какого сечения алюминиевый провод надо поставить в двухпроводную линию длиной 300 м и какое напряжение надо поддерживать на зажимах генератора, если внутреннее сопротивление его 0,1 ом, а на зажимах ламп должно быть подано напряжение 120 в?

848. От сварочного генератора к месту работы на расстояние 50 м по медному кабелю сечением 150 мм² идет ток 80 а. Каковы э. д. с. и напряжение на зажимах генератора, если внутреннее сопротивление его 0,07 ом, а напряжение на сварочном аппарате 60 в?

849. Пять гальванических элементов с э. д. с. 1,45 в и внутренним сопротивлением 0,2 ом каждый соединяют в батарею — один раз последовательно, другой раз — параллельно. Каков ток короткого замыкания одного элемента и всей батареи в обоих случаях?

850. Батарея для карманного фонаря состоит из трех элементов с э. д. с. 1,5 в каждый, соединенных последовательно. Батарея питает током 0,2 а лампочку при напряжении 3,5 в. Каково сопротивление лампочки и внутреннее сопротивление каждого элемента?

851. Батарея из восьми последовательно соединенных элементов с э. д. с. 1,5 в и внутренним сопротивлением 0,25 ом каждый питает два включенных параллельно проводника с сопротивлениями 10 и 40 ом. Каково напряжение на зажимах батареи?

852. Определить э.д.с. и внутреннее сопротивление батареи, состоящей из шести одинаковых элементов с э.д.с. 1,5 в и внутренним сопротивлением 0,6 ом каждый. Батарея составлена из двух параллельных групп, по 3 последовательно соединенных элемента в каждой из них.

853. Мощность электрической плитки при напряжении в сети 127 в равна 600 вт. Какой ток протекает по спирали плитки и каково сопротивление спирали в рабочем состоянии?

854. При ремонте электрической плитки $\frac{1}{8}$ часть спирали была изъята. Как и во сколько раз изменилась потребляемая ею мощность?

Волжская ГЭС имени Ленина передает в энергосистему Мосэнерго 1200 Мвт под напряжением 400 кВ с потерей 4,5% энергии в проводах линии передачи. Найти сопротивление линии.

856. Лифт весом 2400 кг поднимается на высоту 25 м за 40 сек. К.п.д. устройства 60%. С какой мощностью работает электродвигатель лифта?

857. Электродвигатель подъемного крана работает от сети с напряжением 380 в и потребляет ток 20 а. Сколько по весу материалов может поднять в течение часа на высоту 25 м этот кран, если к.п.д. установки 60%, а три четверти всего времени уходит на подготовительные операции?

858. Кремлевские звезды освещаются изнутри лампами мощностью 3 кВт каждая. Сколько теплоты выделяется в каждой лампе в течение часа?

859. Какое количество теплоты надо каждую секунду отводить от трансформатора мощностью 50 000 кВт при полной нагрузке его, если к.п.д. его 98%?

860. Какой длины проволоку с сопротивлением 6 ом/м для сети 220 в надо взять, чтобы изготовить нагревательный прибор, в котором 2 л воды за 5 мин нагреваются от 10°С до кипения? К.п.д. прибора 75%.

861. Электрический аппарат для перегонки воды потребляет из сети мощность 2,5 кВт. Сколько дистиллированной воды добывается в течение часа, если к.п.д. аппарата 80% и вода поступает в него при температуре 10°С?

862. Генератор при полной нагрузке питает 150 ламп с сопротивлением 300 *ом* каждая. Напряжение на зажимах ламп 120 *в*. Внутреннее сопротивление генератора 0,05 *ом*. Найти э.д.с. генератора, полезную и полную мощности всей установки, ее к.п.д., если сопротивление подводящих проводов 0,25 *ом*.

863. Найти э.д.с. и внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов, если при токе 5 *а* потребляемая во внешней цепи мощность 9,5 *вт*, а при токе 8 *а* — 14,4 *вт*?

864. Почему осветительные сети с напряжением 220 *в* экономически более выгодны, чем сети с напряжением 127 *в*?

865. Почему при конструировании и изготовлении генераторов в первую очередь принимают меры к тому, чтобы внутреннее сопротивление их было по возможности малым?

866. Батарея аккумуляторов с внутренним сопротивлением 0,8 *ом* замкнута проводником с сопротивлением 1,6 *ом*. При каком другом сопротивлении внешней цепи в ней будет выделяться такое же количество теплоты, что и в данном случае? В каком случае к.п.д. выше и во сколько раз?

867. Какова э.д.с. термопары хромель — копель, если один спай ее погружен в тающий лед, а другой — в пары кипящей воды?

868. Э.д.с. батареи из 40 соединенных последовательно термоэлементов хромель — алюмель равна 0,21 *в*. Какова разность температур ее спаев?

869. Какую э.д.с. даст термопара константан — железо при нагревании одного из спаев до 80° С, если температура другого спая 0° С?

870. Какова разность температур спаев термопары медь — константан, если э.д.с. термопары 24 *мв*?

871. Термоэлемент константан — железо с внутренним сопротивлением 0,2 *ом*, подключенный к гальванометру с сопротивлением 5 *ом* и чувствительностью 0,1 *ма* на каждое деление шкалы, при нагревании спая дал ток, вызвавший отклонение стрелки прибора до 9-го деления, считая от нуля. На сколько градусов был нагрет спай?

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАКУУМЕ. ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ И ГАЗАХ. ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

§ 47. Электронные явления в вакууме

872. Почему при температурах, близких к комнатной, не происходит выделения электронов с поверхности металла?

873. Какой минимальной скоростью должен обладать электрон для того, чтобы он мог вылететь с поверхности вольфрамовой нити? Работа выхода электрона для вольфрама 4,5 эв.

874. Минимальная скорость электрона, которая обеспечивает ему возможность вылететь с поверхности цезия, равна $8,2 \cdot 10^7$ см/сек. Найти работу выхода электрона для цезия (в эв).

875. Найти конечную скорость электрона, движущегося с раскаленного катода на анод при анодном напряжении 300 в, считая начальную скорость электрона равной нулю.

876. Расстояние между катодом и анодом лампы кенотрона 5Ц4С равно 1 мм. Сколько времени движется электрон от катода до анода при анодном напряжении 400 в?

877. По приведенной на рисунке 102 вольт-амперной характеристике кенотрона 5Ц4С найти внутреннее сопротивление лампы для анодных напряжений 40 и 120 в.

878. На рисунке 103 приведена характеристика диода, выражающая зависимость величины анодного тока I_a от напряжения между анодом и катодом U_a при

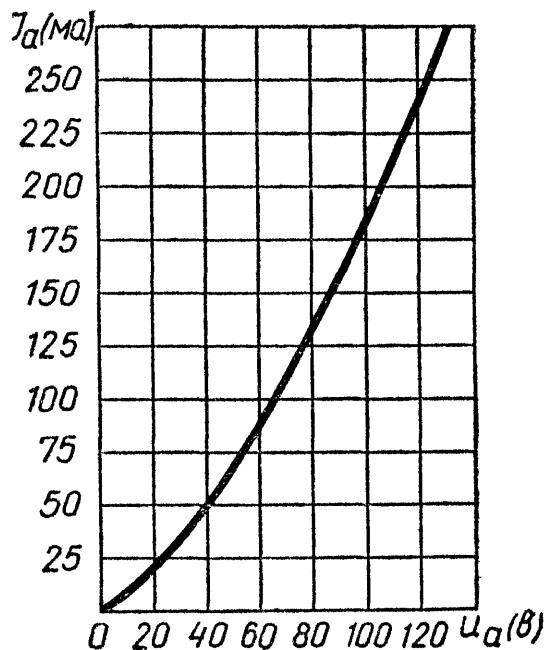


Рис. 102.

неизменной температуре накала нити катода. Как изменится характер кривых для более низких температур и для более высоких температур накала нити?

879. На рисунке 104 приведена схема включения двухполупериодного диода с питанием от трансформатора. Покажите на схеме, какую клемму на выходе

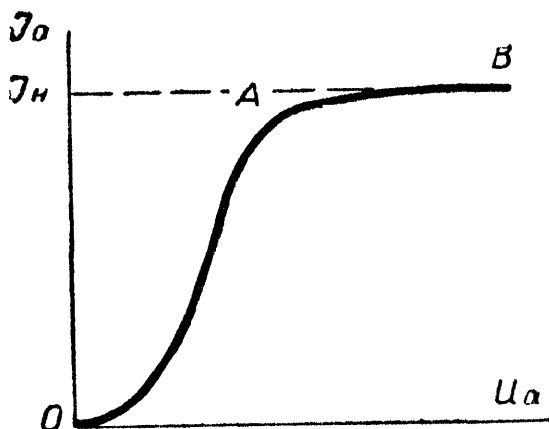


Рис. 103.

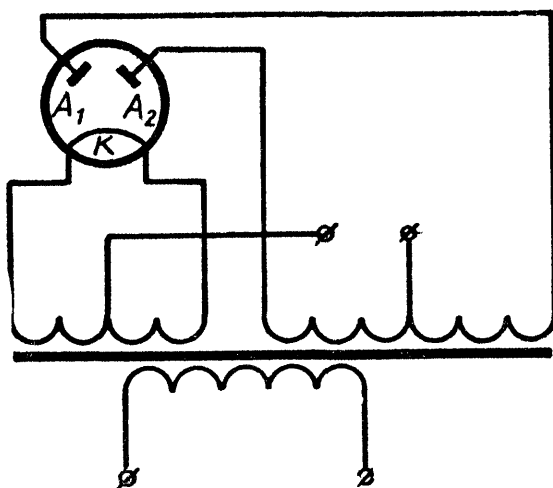


Рис. 104.

нужно обозначить знаком «плюс» и какую — «минус». Сделайте два рисунка этой схемы, показав на каждом из них направление тока за первый и второй полупериоды.

880. Тонкий электронный пучок с энергией электронов 3000 эв проходит между помещенными в вакууме пластинами плоского конденсатора путь $l = 6$ см (рис. 105). Расстояние между пластинами $d = 3$ см. К пластинам приложено напряжение $U = 600$ в. Найти величину вертикального смещения s электронного пучка на выходе из конденсатора.

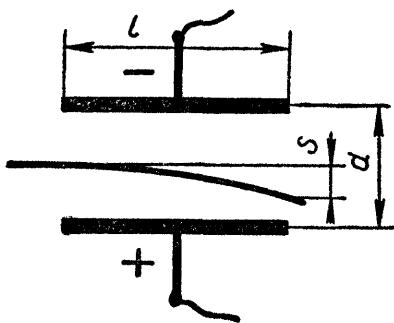


Рис. 105.

881. Для чего на внутреннюю поверхность электроннолучевой трубки наносят слой распыленного металла, который в процессе монтажа установки заземляют?

882. Зачем всю электроннолучевую трубку окружают футляром из мягкого железа?

§ 48. Электрический ток в электролитах

883. Как объяснить, что соли в расплавленном состоянии электропроводны?

884. Почему железные кровли в сельских местностях служат значительно дольше, чем в крупных промышленных городах?

885. Почему при гальваническом покрытии металлом какого-либо изделия анодом всегда служит электрод из того металла, соль которого содержится в растворе?

886. Почему переменный ток не пригоден для электролиза?

887. Почему для гальванического покрытия изделий чаще всего употребляется никель и хром?

888. Угольные стержни для дуговых ламп кинопроекторов и прожекторов покрыты слоем меди. Для чего и как это делается?

889. При серебрении изделия за 4 ч отложилось 5,04 г серебра. Найти величину тока.

890. В первой электролитической ванне (рис. 106) с раствором CuSO_4 выделилось 10 г меди. Сколько никеля и серебра выделилось в двух других ваннах?

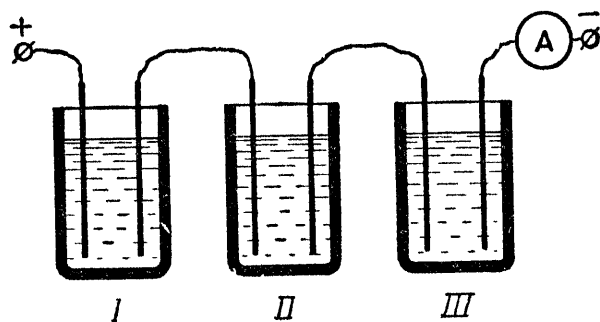


Рис. 106.

891. В электролитической ванне с раствором медного купороса на катоде за 20 мин выделилось 1,64 г меди. Амперметр, включенный в цепь последовательно с ванной, показал ток 4 а. Правильно ли проградуирован амперметр?

892. Никелирование производилось в течение одного часа током, плотность которого составляла $0,4 \text{ а/дм}^2$. Какова толщина осажденного слоя никеля?

893. Сколько времени потребуется для наращивания слоя меди толщиной 1 см при плотности тока $0,5 \text{ а/дм}^2$?

894. Каков выход рафинированной меди на каждый киловатт-час электроэнергии, если к. п. д. ванны 90% и электролиз ведется при напряжении 4 в?

895. Сколько алюминия получается на каждый киловатт-час электроэнергии при к. п. д. ванны 80% и напряжении на зажимах ее 5 в?

896. Проводя лабораторную работу, ученик за 50 мин при токе 0,3 а получил увеличение массы катода с 43,63 до 43,92 г. Какую величину электрохимического эквивалента меди получил ученик?

897. Зная число Фарадея, вычислите электрохимические эквиваленты натрия, кальция и хрома.

898. Электролизом получен 1 кг алюминия. Сколько меди и сколько серебра можно было бы получить тем же процессом и при том же количестве протекшего электричества?

899. Какой величины ток должен проходить через электролит, чтобы за 1 мин разлагался 1 г воды? Каков объем (при нормальных условиях) выделившегося при этом гремучего газа?

900. Русский ученый Б. С. Якоби предлагал считать единицей тока такой ток, который в течение одной минуты выделяет при электролизе воды 1 см³ гремучего газа (при нормальных условиях). Выразить в амперах единицу тока, предложенную Якоби.

901. При разложении воды током 240 ма в течение 6 мин получено 10 см³ кислорода, приведенного к нормальным условиям. Вычислите по этим данным заряд иона кислорода.

902. На изделии, площадь поверхности которого 25 см², при электролизе соли хрома током 0,1 а в течение часа осаждался хром. Сколько в среднем атомов хлора осаждено на каждом квадратном миллиметре поверхности?

§ 49. Электрический ток в газах

903. Объясните, почему заряженный электроскоп в конце концов всегда разряжается?

904. Почему электроскоп, находящийся недалеко от работающей рентгеновской трубки, разряжается весьма быстро?

905. Зачем на взрывоопасных производствах в местах возникновения и накопления электрических зарядов помещают радиоактивные препараты или источники высокого напряжения?

906. На рисунке 107 приведен график тока при несамостоятельном разряде в воздухе. Укажите по графику величину тока насыщения. Как изменится вид графика, если ионизатор станет работать более интенсивно?

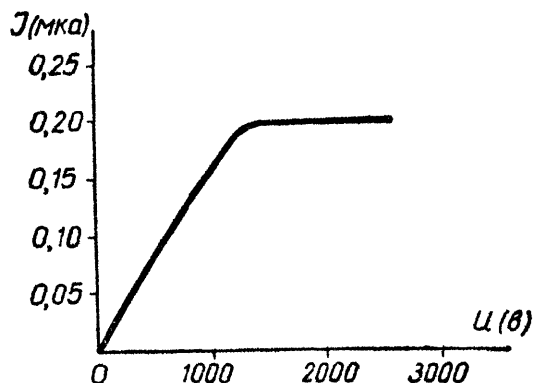


Рис. 107.

907. Радиоактивные процессы в почве и космическое излучение образуют в атмосферном воздухе у поверхности Земли в каждом кубическом сантиметре воздуха в среднем 5 пар ионов в секунду. Какова величина тока насыщения, возникающего между плоскими параллельными пластинами площадью по 500 см^2 , расположенными на расстоянии 10 см друг от друга?

908. Какое число пар ионов за 1 сек образует ионизатор в объеме 1 см^3 воздуха, заключенного между двумя плоскими параллельными пластинами площадью по 400 см^2 каждая, расположенными на расстоянии $2,5 \text{ см}$ друг от друга, если ток насыщения оказался равным $8 \cdot 10^{-7} \text{ а}$?

909. Куда исчезают ионы после прекращения действия ионизатора?

910. Почему на изолированном проводнике шаровой формы электрический заряд сохраняется дольше, чем на проводнике с острыми?

911. При нормальном атмосферном давлении длина свободного пробега электрона в воздухе равна $5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Найти напряженность электрического поля, при которой может произойти ионизация ударом, если энергия ионизации молекул воздуха 15 эв .

912. Энергия ионизации атома ртути $10,4 \text{ эв}$. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом ртути?

913. Почему при уменьшении давления газа или пара ионизация ударом происходит при более низких напряжениях?

914. При полете корпус самолета электризуется иногда до $200\text{—}300 \text{ кВ}$, а коронирование заряда создает помехи радиосвязи. Объясните, почему размещение

на выступающих частях самолета стальных игл уменьшает радиопомехи?

915. Зачем ножи рубильников в сетях с сильными токами снабжаются пружинами (рис. 108)?

916. Нуждается ли в особых грозозащитных устройствах жилой дом в городе?

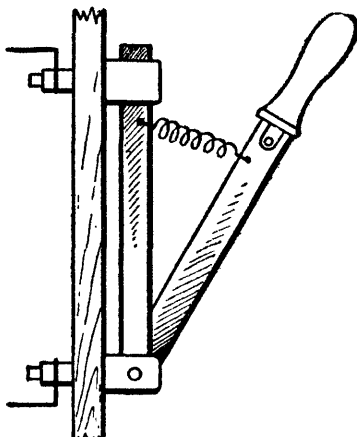


Рис 108.

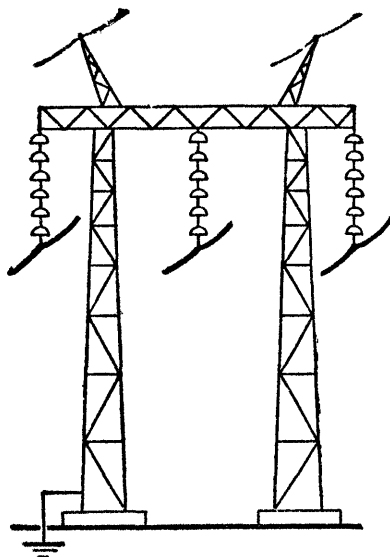


Рис. 109.

917. На рисунке 109 изображена металлическая опора линии передачи высокого напряжения. Укажите, как защищены провода линии от поражения молнией?

§ 50. Проводимость полупроводников

918. Проводимость полупроводников при комнатных температурах лежит в пределах $10^{-5} — 10^4$ $(\text{ом} \cdot \text{см})^{-1}$. Укажите границы их удельных сопротивлений в $\text{ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ и в $\text{ом} \cdot \text{м}$.

919. Термосопротивление (термистор) ММТ-4 при 20°C имеет сопротивление 50 ком , а при 25°C — $42,5 \text{ ком}$. Найти средний температурный коэффициент сопротивления (в $\frac{\%}{\text{град}}$ к сопротивлению при 20°C) в данном интервале температур.

920. Сопротивление термистора ММТ-1 при 20°C равно 10 ком . Каково сопротивление его при 24°C , если средний температурный коэффициент сопротивления при этих температурах равен $-3,2 \frac{\%}{\text{град}}$?

921. При какой температуре сопротивление термистора КМТ-4 окажется вдвое меньше, чем при 20°C , если средний температурный коэффициент сопротивления для этих условий равен $-5 \frac{\%}{\text{град}}$?

922. На рисунке 110 показана схема цепи, в которую включены термистор $ТС$ и сопротивление R . При температуре 20°C амперметр показал 5 ма . После того как термистор опустили в горячую воду, показание амперметра стало 10 ма . Как и во сколько раз изменилось сопротивление термистора, если сопротивление $R = 1 \text{ ком}$, а напряжение на концах цепи 20 в ?

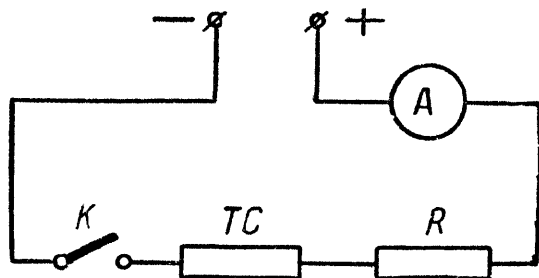


Рис. 110.

923. Какой оказалась конечная температура термистора (рис. 110), если показание амперметра уменьшилось с 10 до $9,5 \text{ ма}$? Начальная температура термистора 20°C , $R = 2 \text{ ком}$, напряжение на концах цепи 120 в и средний температурный коэффициент сопротивления термистора $-4 \frac{\%}{\text{град}}$

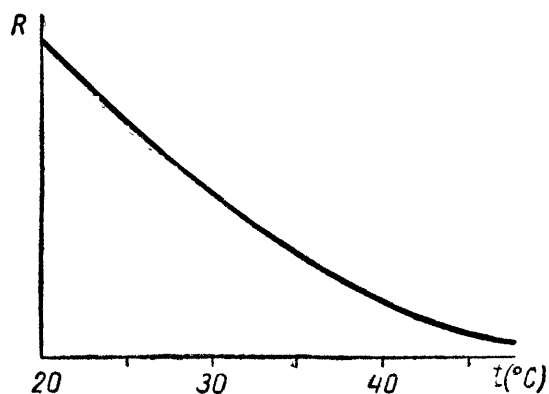


Рис. 111.

924. Какие преимущества имеют термисторы, используемые в электрических термометрах сопротивления (болометрах), по сравнению с ранее применявшимися спиралями из тонких проволок?

925. Термисторы используются для измерения скорости течения воды. На каком физическом явлении может быть основано такое использование термистора?

926. По графику (рис. 111), на котором изображена зависимость сопротивления термистора от температуры, найдите: а) при какой температуре сопротивление термистора вдвое меньше, чем при 20°C ; б) в каком из

температурных промежутков: от 30 до 40 или от 20 до 30° С—относительное изменение сопротивления больше?

927. На рисунке 112 даны графики изменения величины тока, проходящего через фотосопротивление, в зависимости от приложенного напряжения: I — для фотосопротивления в темноте, II — для него же при освещении. Зависит ли относительное изменение тока $\left(\frac{\Delta I}{I}\right)$ от

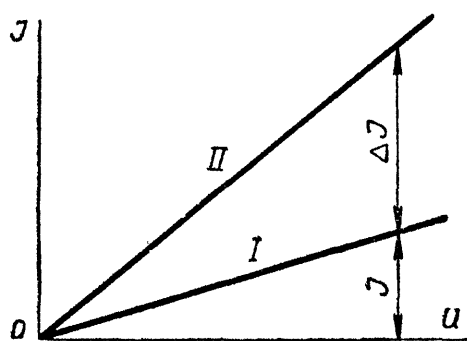


Рис. 112.

приложенного напряжения?

928. Фотосопротивление, которое в темноте имеет сопротивление 25 ком, включили последовательно с сопротивлением 5 ком. Амперметр при этом показал ток 4 ма. Когда фотосопротивление осветили, амперметр показал 6 ма. Во сколько раз уменьшилась величина сопротивления у ФС?

929. К источнику тока с напряжением 60 в через фотосопротивление ΦC включено (рис. 113) электромагнитное реле M , контакты которого замыкаются при токе

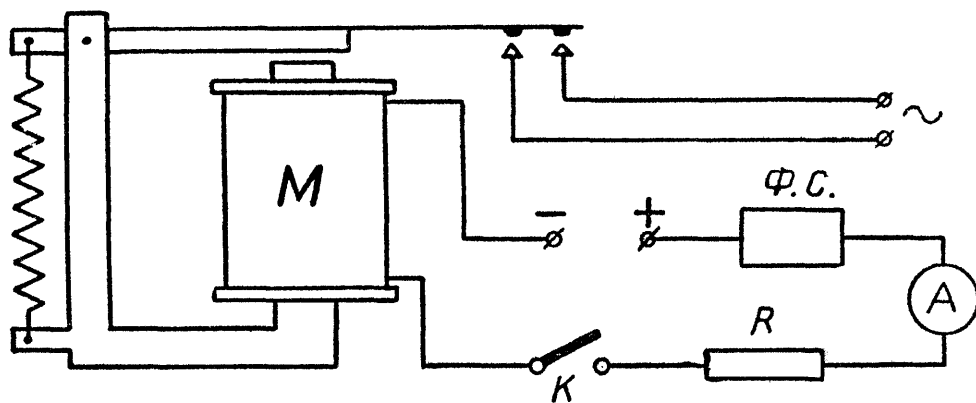


Рис. 113.

3 ма и размыкаются при токе 2 ма. Какое добавочное сопротивление R надо включить в цепь для работы схемы, если темновое сопротивление ΦC равно 20 ком, а световое 8 ком?

930. Полупроводниковый диод позволяет использовать магнитоэлектрический прибор для измерений в цепи переменного тока. Начертите возможные схемы включения прибора с одним или четырьмя диодами.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

§ 51. Магнитное поле тока

931. В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре, по которому протекает ток указанного на рисунке 114 направления?

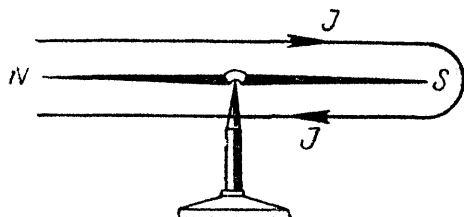


Рис 114.

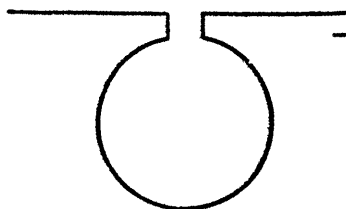


Рис. 115.

932. Как расположены магнитные полюсы кругового тока, показанного на рисунке 115?

933. Как расположены магнитные полюсы соленоида, обтекаемого током указанного на рисунке 116 направления?

934. В каком направлении должен протекать ток в соленоиде, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 117 взаимодействие соленоида и магнита?

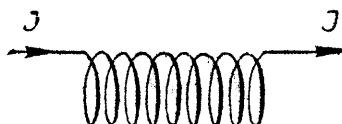


Рис. 116.

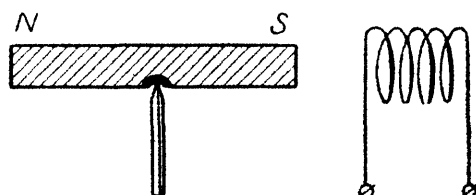


Рис. 117.

935. Определите направление движения проводника с током в магнитном поле в каждом из случаев, показанных на рисунке 118.

936. Гибкий проводник AB с током, помещенный между полюсами магнита, изогнулся так, как показано

на рисунке 119. Определите расположение полюсов магнита.

937. Один конец легкого спирального проводника (рис. 120) закреплен в штативе, а другой — погружен в чашечку с ртутью. Объясните, почему при включении тока спираль то сокращается и при этом прекращается кон-

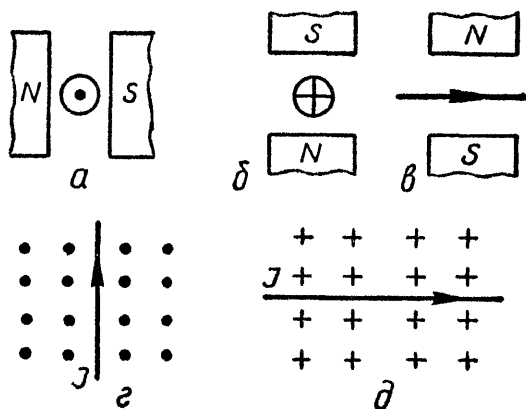


Рис. 118.

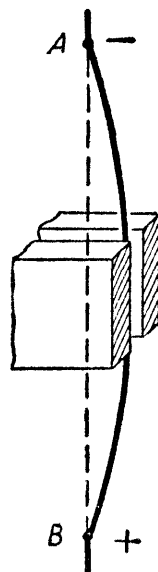


Рис. 119.

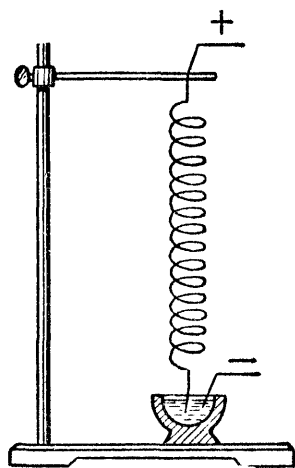


Рис. 120.

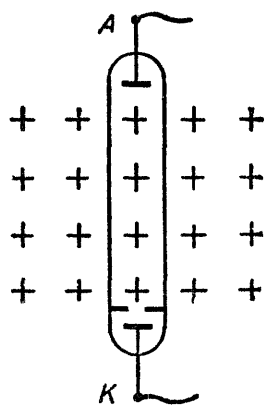


Рис. 121.

такт со ртутью, то вновь растягивается, замыкая цепь?

938. В каком направлении сместится катодный пучок в трубке при наличии магнитного поля, направление которого указано на рисунке 121?

939. С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией $0,1 \text{ тл}$ на прямой проводник с током 10 а и длиной 20 см , расположенный перпендикулярно магнитным силовым линиям?

940. Какова индукция однородного магнитного поля, если на 1 м прямого провода с током 200 а , расположенного перпендикулярно магнитным линиям, действует сила 1 кГ ?

941. На двух чувствительных динамометрах D_1 и D_2 (рис. 122) подвешен проводник, по которому протекает ток 30 а . Проводник подвергается действию магнитного поля на длине, равной 10 см . Показания каждого динамометра оказались на 7 Г больше тех, которые были при отсутствии тока. Каковы направление тока в проводнике и индукция поля?

942. Какова сумма изменений в показаниях обоих динамометров в опыте, подобном описанному в предыдущей задаче, если в поле с индукцией $0,06 \text{ тл}$ помещен проводник с током 250 а и действию поля подвергается 8 см длины проводника?

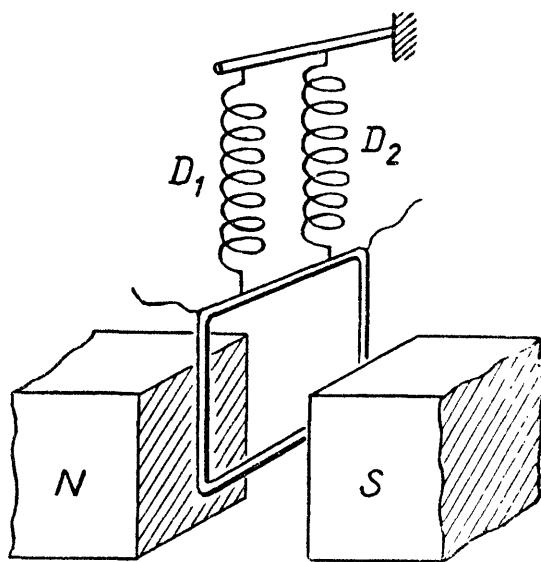


Рис. 122.

943. Найти индукцию магнитного поля между полюсами электромагнита, если прямой провод весом 10 Г/м с током 20 а в этом поле оказался в состоянии невесомости?

944. В однородном магнитном поле с индукцией 1 тл находится прямой проводник с активной длиной 20 см . На проводник действует сила $2,5 \text{ н}$. Под каким углом к направлению поля он расположен, если по нему течет ток 25 а ?

945. Найти величину магнитного потока, пронизывающего площадку 100 см^2 , расположенную перпендикулярно силовым линиям, если индукция поля $0,02 \text{ тл}$.

946. Какова индукция поля, если площадку 100 см^2 , расположенную под углом 60° к линиям поля, пронизывает магнитный поток величиной $5,7 \cdot 10^{-4} \text{ вб}$?

947. На рисунке 123 дан график, выражающий зависимость B от B_0 . По графику найдите индукцию в листовой стали при индукции B_0 в воздухе 0,0015 тл.

948. По графику, изображенному на рисунке 123, найдите магнитную индукцию в чугуна, литой и листовой стали для индукции B_0 в воздухе 0,0002 тл и 0,003 тл.

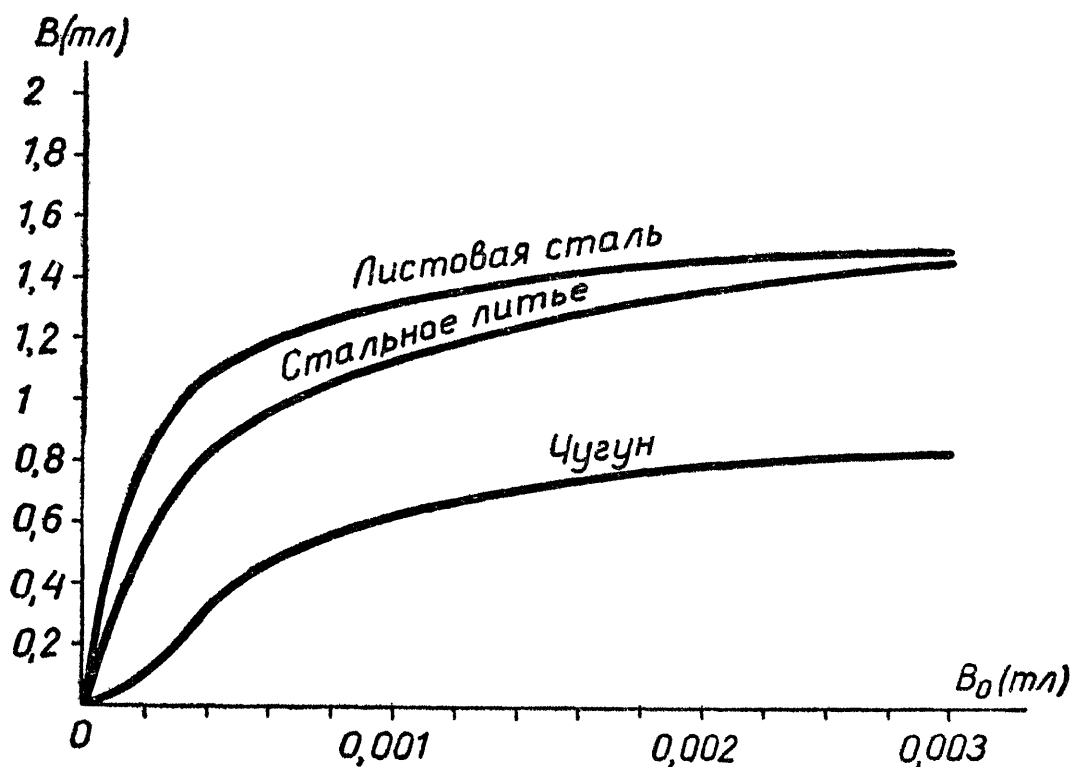


Рис. 123.

949. Какова величина магнитного потока в сердечнике из листовой стали, если сечение его 60 см^2 , индукция B_0 в воздухе 0,002 тл?

950. Какого сечения сердечник из литой стали надо иметь для создания магнитного потока $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ вб}$ при индукции B_0 поля в воздухе, равной 0,0004 тл?

951. Чугунный сердечник сечением 20 см^2 пронизывает магнитный поток 10^{-3} вб . Найти величину индукции магнитного поля в чугуна.

952. В магнитное поле с индукцией $B_0 = 0,002 \text{ тл}$ внесен стальной цилиндр сечением 4 см^2 и магнитной проницаемостью 5500. Найти величину магнитного потока в цилиндре.

953. На рисунке 124 схематически изображен столик шлифовального станка, не требующий механических приспособлений для крепления на нем подлежащих об-

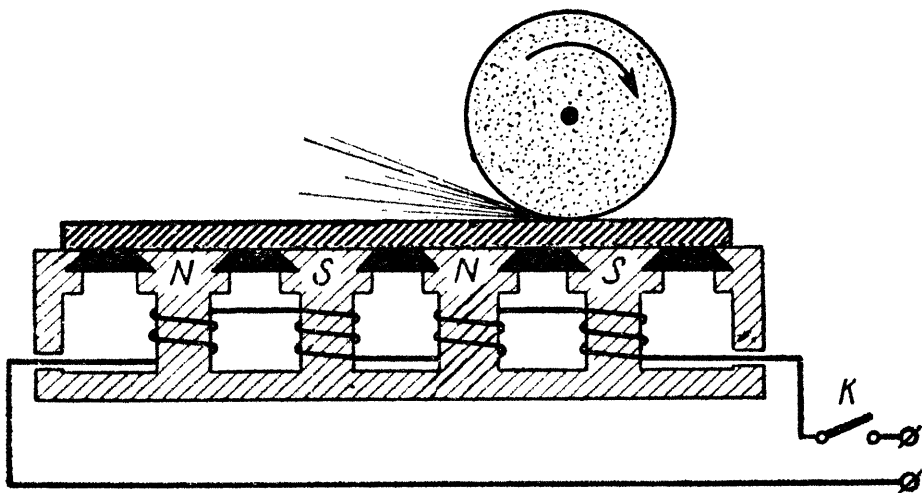


Рис. 124.

работке деталей. Каким образом деталь прочно удерживается на столике? Всякие ли детали можно обрабатывать на станке, снабженном такими приспособлениями?

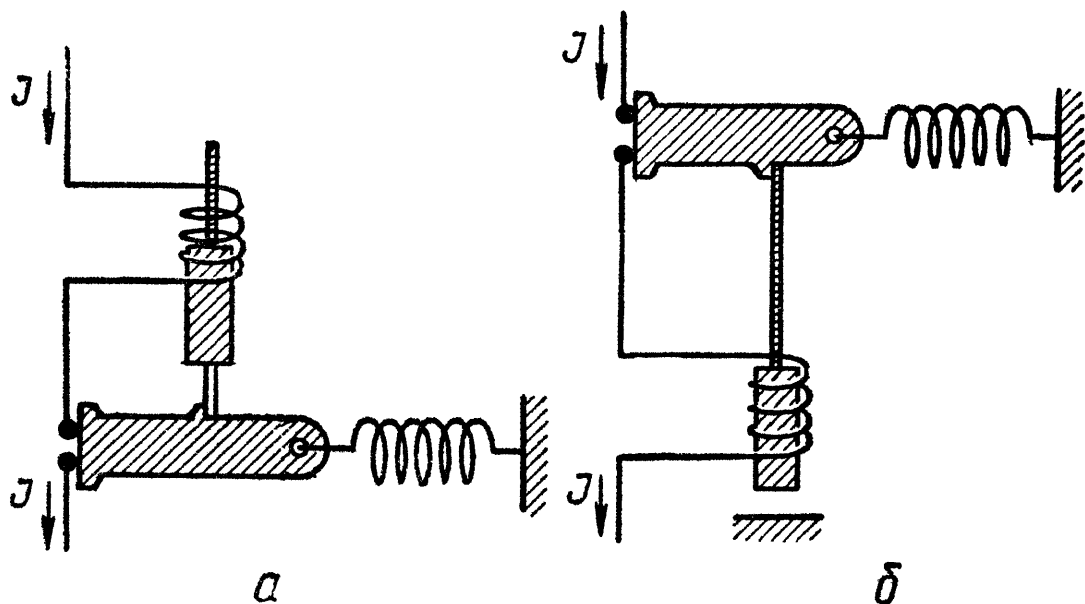


Рис. 125.

954. На рисунке 125 приведены схемы максимального и минимального токовых реле. Укажите, какой рисунок изображает максимальное и какой минимальное реле?

955. Укажите расположение магнитных полюсов у электромагнитов, изображенных на рисунке 126.

956. На рисунке 127 схематически показан поперечный разрез генератора постоянного тока. Укажите расположение магнитных полюсов статора.

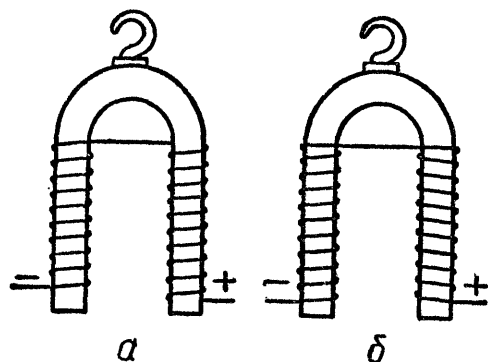


Рис. 126.

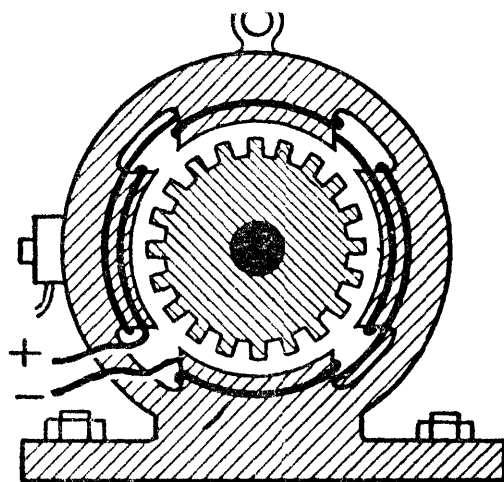


Рис. 127.

957. Небольшой стальной предмет *A* удерживается на нити в положении, указанном на рисунке 128. Почему при замыкании полюсов магнита стальным якорем *B* предмет *A* возвращается к отвесному положению нити?

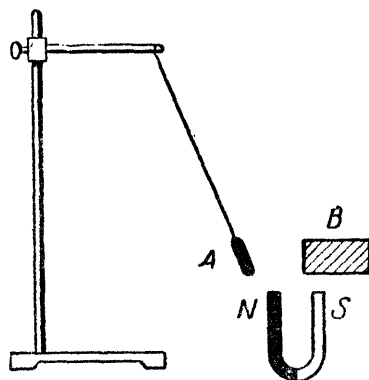


Рис. 128.

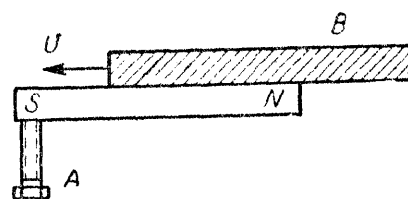


Рис. 129.

958. К полюсу *S* магнита притянулся предмет (рис. 129). Объясните, почему этот предмет отрывается от полюса магнита и падает, если по магниту двигать в направлении, указанном стрелкой, кусок стали.

§ 52. Электромагнитная индукция

959. По правилу правой руки в каждом из четырех случаев, изображенных на рисунке 130, найти недостающий элемент: в 1-м — направление э. д. с. индукции, во 2-м и 4-м — направление движения проводника; в 3-м — полюс магнита.

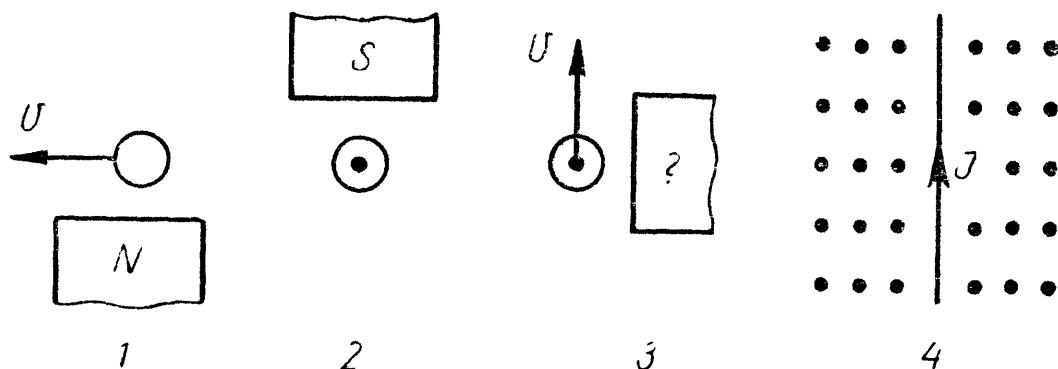


Рис. 130.

960. Какой величины э. д. с. индукции возникает в контуре, если в нем за 0,2 сек магнитный поток равномерно изменяется на 0,01 вб?

961. За какое время магнитный поток должен равномерно измениться на 0,5 вб, чтобы в контуре, охватывающем магнитный поток, индуцировалась э. д. с. индукции 10 в?

962. В соленоиде из 100 витков за 0,005 сек магнитный поток равномерно изменяется с $6 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ вб. Какой величины э. д. с. индукции возникает в соленоиде?

963. Каким должно быть равномерное изменение магнитного потока за 0,01 сек, чтобы в катушке из 2000 витков провода возникла э. д. с. индукции 200 в?

964. Сколько витков должна содержать обмотка на стальном сердечнике сечением 25 см^2 , чтобы в ней при изменении магнитной индукции от 0 до 1 тл в течение 0,005 сек возбуждалась э. д. с. 50 в?

965. В магнитном поле, индукция которого 1,2 тл, перпендикулярно силовым линиям со скоростью 300 м/сек движется проводник с активной длиной 6 м. Какой величины э. д. с. индукция возбуждается в проводнике?

966. Как зависит величина э.д.с. индукционного генератора от скорости вращения его ротора?

967. Найти величину разности потенциалов, возникающей на концах крыльев самолета ТУ-104 при горизонтальном полете его со скоростью 900 км/ч, если размах крыльев 36,5 м и вертикальная составляющая магнитного поля Земли $5 \cdot 10^{-5}$ тл.

968. С какой скоростью должен двигаться перпендикулярно силовым линиям провод с активной длиной 1 м в поле, индукция которого 1,2 тл, чтобы на концах его возбуждалась разность потенциалов 12 в?

969. Индукция однородного магнитного поля 0,8 тл. В нем на оси АВ (рис. 131) со скоростью 3000 об/мин

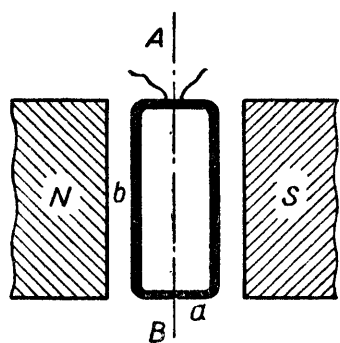


Рис. 131.

вращается рамка с 40 витками провода. Длина a стороны рамки 20 см, а стороны b — 10 см. Какой наибольшей величины достигает э.д.с. индукции при каждом обороте рамки?

970. Квадратной формы рамка со стороной 10 см, имеющая 200 витков провода, вращается в однородном поле около оси, перпендикулярной направлению поля. Какова индукция поля, если рамка вращается со скоростью

600 об/мин и максимальная э.д.с., возбуждающаяся в ней, равна 10 в?

971. Будет ли работать в качестве микрофона громкоговоритель с постоянным магнитом? Испробуйте на опыте.

972. Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов создавать качание его стрелки, то и у другого прибора стрелка станет качаться. Объясните явление.

973. Почему не рекомендуется проводить линии связи (телефонные, телеграфные, трансляционные) по тем же опорам, по которым проложена силовая линия?

974. Почему колебания стрелки магнитоэлектрического прибора быстро затухают?

975. Объясните действие электромагнитного тормоза, представляющего собой металлический диск, насаженный на вал машины и вращающийся в междуполюсном пространстве сильного электромагнита.

976. Почему барабаны якорей и роторы генераторов и электродвигателей, а также сердечники трансформаторов делают не из сплошной стали, а из набора отдельных листов ее?

977. Почему стрелка у компаса с латунной оправой быстрее успокаивается, чем у компаса с карболитовой оправой?

978. Решите задачу № 959, пользуясь законом Ленца.

979. В соленоид, питаемый постоянным током, вводят стальной сердечник. Как изменяется при этом ток в соленоиде? Введенный сердечник затем извлекают из соленоида. Как теперь изменяется ток в соленоиде? Решение дать при помощи закона Ленца.

§ 53. Самоиндукция

980. Найти индуктивность катушки, в которой равномерное изменение тока на 8 а/сек возбуждает э. д. с. самоиндукции 12 в .

981. Какова индуктивность катушки, если равномерное изменение тока в ней на 5 а за $0,25 \text{ сек}$ возбуждает э. д. с. самоиндукции 150 в ?

982. В обмотке электромагнита с индуктивностью $0,6 \text{ гн}$ за $0,1 \text{ сек}$ ток равномерно изменяется на 2 а . Какой величины э. д. с. самоиндукции возбуждается при этом в обмотке?

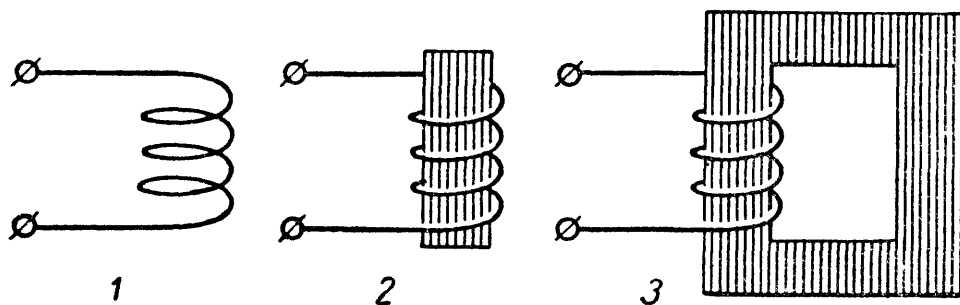


Рис. 132.

983. Найти среднюю скорость изменения тока в обмотке электромагнита с индуктивностью $3,5 \text{ гн}$, если в ней возбуждается э. д. с. самоиндукции 70 в .

984. На рисунке 132 схематически изображены одинаковые катушки, но первая из них без сердечника, а вторая и третья — с разными сердечниками. Какая

из этих катушек обладает наибольшей индуктивностью и какая — наименьшей?

985. Объясните, почему прикосновение пальцев к клеммам батареи карманного фонарика не вызывает болевых ощущений, но если к ней подключен работающий электрический звонок, то появляется болевое ощущение электрических «ударов»?

986. По катушке с индуктивностью $0,6 \text{ гн}$ протекает ток 20 а . Найти энергию магнитного поля катушки. Как и во сколько раз изменится энергия магнитного поля катушки, если ток в ней окажется равным 10 а ?

987. Внутри обтекаемого током соленоида индукция магнитного поля B_0 равна $0,0011 \text{ тл}$. Как и во сколько раз изменится индуктивность соленоида и энергия его поля, если в соленоид поместить замкнутый сердечник из листовой стали? (см. рис. 123).

988. Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производится плавно, при помощи реостата?

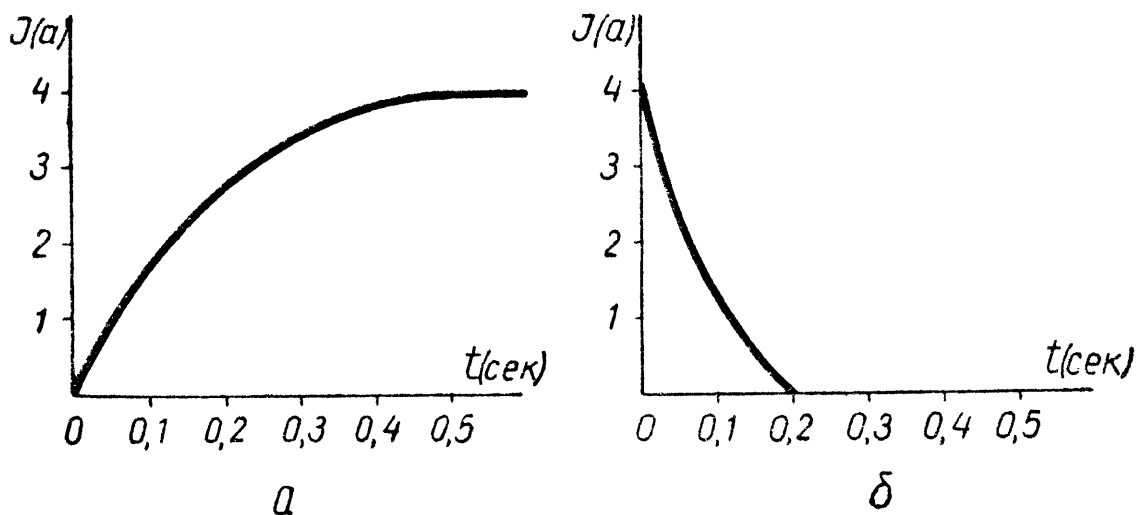


Рис. 133.

989. На графиках (рис. 133) показано, как изменяется с течением времени ток в катушке при замыкании (а) и размыкании (б) цепи. В каком случае ток изменяется быстрее? Найдите средние скорости изменения величины тока в обоих случаях.

990. По приведенной таблице зависимости между величиной тока и энергией магнитного поля катушки на-

чертите график этой зависимости и найдите индуктивность катушки.

$I, \text{ а}$	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$W, \text{ дж}$	0	0,4	1,6	3,6	6,4	10	14,4	19,6	25,6

Глава 19

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

§ 54. Получение и свойства переменного тока

991. На рисунке 134 представлен график зависимости величины э. д. с. переменного тока от времени. По

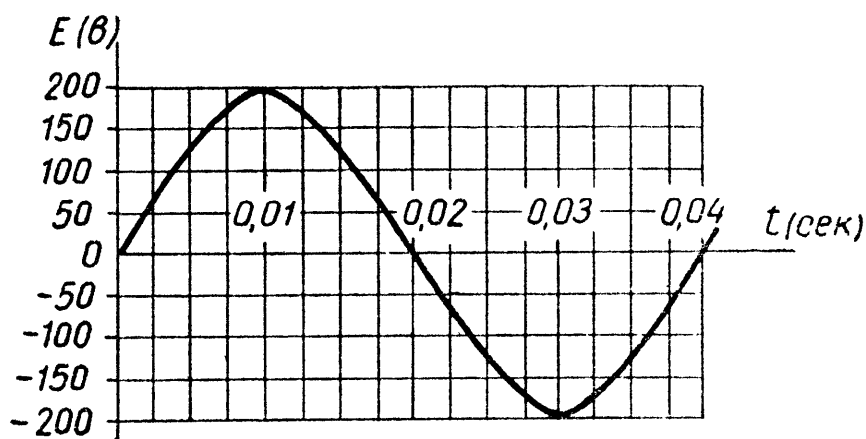


Рис. 134.

графику и вычислением найдите амплитудное значение э. д. с., период и частоту тока. Напишите уравнение э. д. с.

992. По графику, изображенному на рисунке 134, найдите: а) мгновенные значения э. д. с. для фаз: $\pi/6$, $\pi/4$ и $4\pi/3$; б) каким фазам (в пределах одного периода) соответствуют мгновенные значения э. д. с.: 50, 100 и 175 в; в) среднюю скорость изменения величины

э. д. с. за первую $1/12$ долю периода, за вторую $1/12$ долю и за третью $1/12$ долю периода.

993. На рисунке 135 представлен график зависимости тока от времени. По графику и вычислением найдите амплитудное значение тока, период и частоту тока. На-

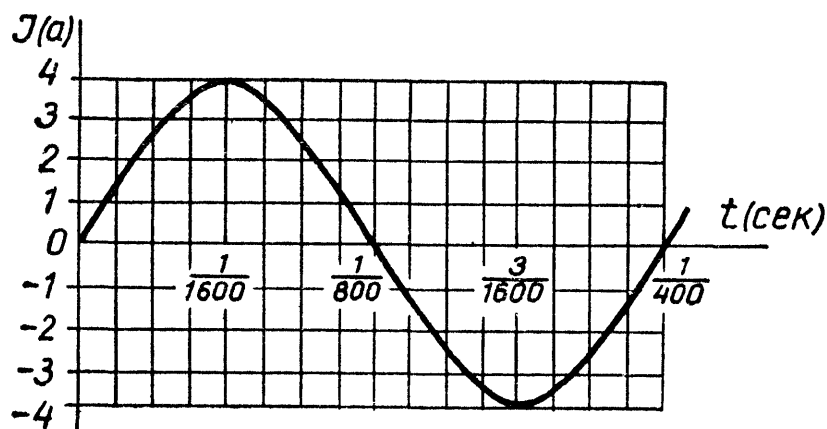


Рис. 135.

пишите уравнение, выражающее зависимость тока от времени.

994. По графику (рис. 135) найдите: а) мгновенные значения тока для фаз: $2\pi/3$, $5\pi/6$ и $7\pi/6$; б) каким фазам соответствуют мгновенные значения тока: 2; 3; 2,5 и 4а; в) среднюю скорость изменения тока за первую $1/8$ долю периода и за вторую $1/8$ долю периода.

995. Начертите график зависимости величины э. д. с. синусоидального тока от времени, если наибольшее значение э. д. с. 300 в и частота 50 гц.

996. Величина э. д. с. задана уравнением: $E = 50 \cdot \sin 40\pi t$ (в), где t выражено в сек. Найдите наибольшее значение э. д. с., частоту и период тока, а также мгновенное значение э. д. с. для фазы $\pi/3$.

997. Мгновенное значение тока задано выражением: $I = 10 \cdot \sin 800\pi t$ (а), где t выражено в сек. Найдите наибольшее значение тока, период его и частоту, а также мгновенное значение для фазы $2\pi/9$.

998. Максимальное значение э. д. с. синусоидального тока с частотой 50 гц равно 180 в. Каковы мгновенные значения э. д. с. через 0,005; 0,0075 и 0,01 сек, считая от начала периода.

999. Для фазы $\pi/6$ мгновенное значение э. д. с. оказалось равным 155 в. Каково мгновенное значение э. д. с. для фазы $4\pi/5$?

1000. Неоновая лампа светит при напряжениях выше 90 в. Сколько времени в течение каждого полупериода светит лампа в сети с частотой 50 гц и наибольшим значением напряжения 180 в? 310 в?

1001. С какой скоростью (в об/мин) должен вращаться двухполюсный ротор турбогенератора, чтобы индуцируемая им э.д.с. имела стандартную частоту 50 гц?

1002. Турбины Днепровской ГЭС вращаются со скоростью $83 \frac{1}{3}$ об/мин. Сколько магнитных полюсов имеется на роторе каждого генератора?

1003. Каждый из 20 генераторов Волжской ГЭС имени Ленина имеет на роторе 88 магнитных полюсов (44 северных и 44 южных). С какой скоростью вращаются турбины Волжской ГЭС?

1004. Скорость вращения каждой из турбин Братской ГЭС 125 об/мин. Сколько магнитных полюсов смонтировано на роторе каждого генератора?

1005. Генератор переменного тока на самолете при четырех полюсах на роторе дает ток с частотой 400 гц. Какова скорость вращения ротора?

1006. В 1929 г. для Ходынской радиостанции в Москве проф. В. П. Вологдин построил генератор переменного тока, который при 3000 об/мин давал ток с частотой 15 кгц. Сколько пар полюсов было на роторе этого генератора?

1007. Каковы максимальные значения напряжения в осветительных сетях с действующими значениями 127 и 220 в?

1008. Индуктивное сопротивление катушки в сети с частотой 50 гц равно 10 ом. Найти индуктивность катушки.

1009. Катушка имеет активное сопротивление 30 ом и индуктивность 25 мгн. Найти полное сопротивление катушки в сетях с частотами 50, 400 гц и 10 кгц.

1010. Активное сопротивление цепи 48 ом, а индуктивность ее 0,24 гн. Найти индуктивное и полное сопротивление цепи при частоте 50 гц.

1011. Активное сопротивление цепи 80 ом, а индуктивное 60 ом. Найти полное сопротивление цепи. Начертить треугольник сопротивлений и вычислить сдвиг фаз между током и напряжением.

1012. Активное сопротивление цепи $12\ \text{ом}$, а сдвиг фаз между током и напряжением 37° . Определить индуктивное и полное сопротивления цепи?

1013. Полное сопротивление цепи $130\ \text{ом}$, а сдвиг фаз между током и напряжением 22° . Найти активное и индуктивное сопротивления цепи и начертить треугольник сопротивлений.

1014. Начертить в произвольном масштабе на одном чертеже графики изменения э.д.с. и тока в сети с частотой $50\ \text{гц}$ и действующим напряжением $220\ \text{в}$, если активное сопротивление $44\ \text{ом}$, а индуктивное $33\ \text{ом}$.

1015. В магистральный провод осветительной сети зала театра включен соленоид из толстого провода с малым активным сопротивлением. Как изменится накал ламп в зале, если внутрь соленоида медленно вводить стальной сердечник?

1016. Какими сопротивлениями обладает конденсатор емкостью $5\ \text{мкф}$ в сетях с частотами 50 , $400\ \text{гц}$ и $10\ \text{кгц}$?

1017. Какова емкость конденсатора, если в сети стандартной частоты при напряжении $240\ \text{в}$ в подводящих проводах течет ток $1,5\ \text{а}$?

1018. В сеть стандартной частоты с напряжением $220\ \text{в}$ включены последовательно активное сопротивление $240\ \text{ом}$ и конденсатор емкостью $10\ \text{мкф}$. Найти ток в цепи, напряжение на зажимах активного сопротивления и конденсатора, а также начертить треугольники напряжений и сопротивлений.

1019. В сеть стандартной частоты с напряжением $200\ \text{в}$ включены последовательно конденсатор емкостью $20\ \text{мкф}$ и активное сопротивление $120\ \text{ом}$. На одном чертеже в произвольном масштабе начертить графики изменения напряжения и тока в этой цепи.

1020. В сеть с частотой $400\ \text{гц}$ включены последовательно активное сопротивление $16\ \text{ом}$ и конденсатор емкостью $20\ \text{мкф}$. Найти полное сопротивление и сдвиг фаз между током и напряжением.

1021. В сеть стандартной частоты включены последовательно активное сопротивление $40\ \text{ом}$ и конденсатор. Полное сопротивление оказалось равным $50\ \text{ом}$. Найти емкостное сопротивление, величину емкости, сдвиг фаз между током и напряжением. Начертить треугольник сопротивлений.

1022. На рисунке 136 приведены графики изменения тока и напряжения в цепи. Исходя из графика, найдите сдвиг фаз между напряжением и током, полное, активное и емкостное сопротивление цепи.

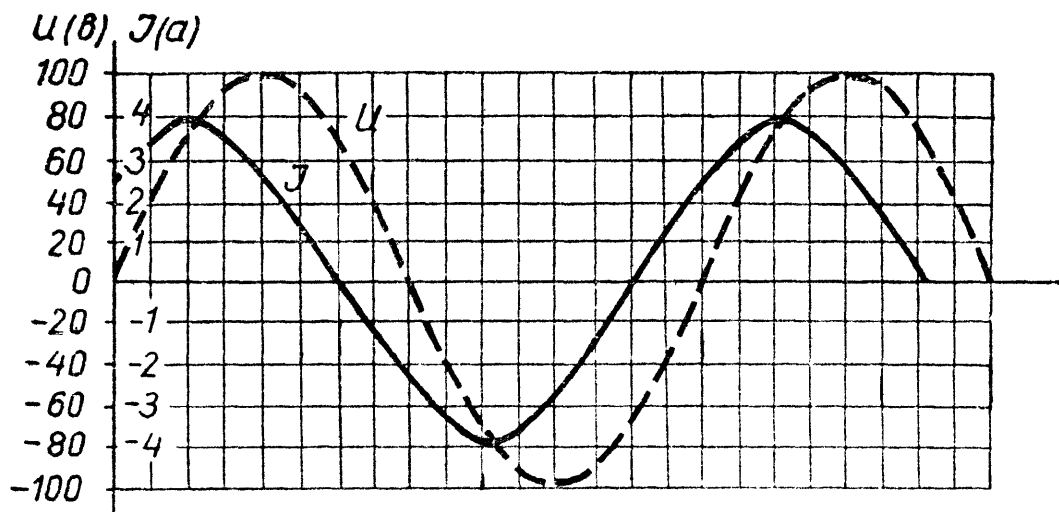


Рис. 136.

1023. Цепь состоит из последовательно включенных активного сопротивления 12, индуктивного 20 и емкостного 25 ом. Каково общее сопротивление цепи и сдвиг фаз между током и напряжением?

1024. В сеть с частотой 50 гц и напряжением 220 в включены последовательно активное сопротивление 20 ом и индуктивность 0,2 гн. Определить величину тока в цепи и сдвиг фаз между напряжением и током. Какой величины емкость надо включить в эту цепь, чтобы сдвиг фаз оказался равным нулю? Какой ток пойдет по цепи?

1025. Катушка индуктивностью 0,5 гн и с активным сопротивлением 15 ом включена последовательно с конденсатором емкостью 15 мкф в сеть стандартной частоты с напряжением 220 в. Какова величина тока в цепи?

1026. В цепь включены индуктивность 0,2 гн и емкость 50 мкф. При какой частоте наступит резонанс в этой цепи?

§ 55. Мощность переменного тока

1027. На паспорте трансформатора обозначено: «250 ква». Коэффициент мощности трансформатора 0,8. Какова активная и реактивная составляющие мощности, если он работает с номинальной нагрузкой?

1028. На паспорте двигателя переменного тока написано: «1,3 *квт*, $\cos \varphi = 0,8$ ». Найти кажущуюся мощность, активную и реактивную составляющие мощности при работе двигателя с номинальной нагрузкой.

1029. В одних случаях мощность каждого генератора Волжской ГЭС имени Ленина указывается равной 125 000 *кв*а, в других — 105 000 *квт*. При каких условиях эти характеристики вполне согласованы?

1030. Почему на паспортах ламп накаливания и электронагревательных приборов не проставляется величина $\cos \varphi$?

1031. При включении электродвигателя в сеть переменного тока ваттметр показал 540 *вт*, а вольтметр и амперметр соответственно 215 *в* и 4 *а*. С каким коэффициентом мощности работает двигатель? Какой емкости конденсатор надо включить в эту цепь, чтобы повысить величину коэффициента мощности до 0,9?

1032. Для повышения $\cos \varphi$ казалось бы целесообразным понизить частоту тока и тем самым уменьшить величину всех индуктивных сопротивлений. Почему же этого не делают?

1033. Почему для бортовой сети переменного тока на самолете применяют частоту 400, а не 50 *гц*?

1034. В чем заключаются основные преимущества перевода линий передач электроэнергии на большие расстояния на постоянный ток?

§ 56. Электромагнитные колебания и волны

1035. Как отделить друг от друга распространяющиеся по одному проводу токи низкой (звуковой) и высокой частот?

1036. Какова разность фаз между током и напряжением в колебательном контуре, активное сопротивление которого ничтожно мало?

1037. Какой величины индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 *мкф* получить звуковую частоту 1000 *гц*?

1038. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 890 *пф* и катушки индуктивностью 0,002 *гн*. На какую длину волны настроен контур?

1039. Радиоприемник может принимать радиоволны длиной от 10 до 1500 *м*. Какой диапазон частот охватывает этот приемник?

1040. В каком диапазоне длин волн может работать колебательный контур, если индуктивность его равна $0,02 \text{ мГн}$, а емкость можно изменять от 70 до 5700 пФ ?

1041. Сколько колебаний высокой частоты с длиной волны 375 м происходит в течение одного периода звуковых колебаний с частотой 500 Гц ?

1042. На каком расстоянии от радиолокатора находится цель, если радиолокатор принимает отраженный от нее сигнал через 100 мксек после момента посылки сигнала?

1043. В момент, когда расстояние между Землей и Марсом составляло $5,5 \cdot 10^7 \text{ км}$, с Земли на Марс был послан радиосигнал. Через сколько времени после его отправления он возвратится на Землю отраженным от поверхности Марса?

1044. Через сколько времени возвратится к радиолокатору отраженный от цели сигнал, если она находится на расстоянии 45 км от радиолокатора?

1045. Отправленный советскими астрономами в 1961 г. радиосигнал на планету Венера возвратился после отражения от поверхности Венеры на Землю через 5 мин с момента отправления. Найти по этим данным расстояние от Земли до Венеры в момент локации.

1046. По стандарту, принятому в СССР, изображение на экране телевизора создается 625 -ю строками по 25 изображений в секунду. Пренебрегая временем обратного хода электронного луча, вычислить скорость движения его по экрану телевизора, если длина каждой строки равна 30 см .

1047. Стандарт числа строк для телевидения в США — 525 , а в Англии — 405 . Покажите, что советский стандарт числа строк обеспечивает более совершенное качество изображения, чем американский или английский.

1048. Излучающая антенна Московского телецентра поднята на высоту 508 м . Зная, что радиус Земли равен 6370 км , вычислить глубину действия этой антенны, считая по поверхности Земли и пренебрегая ее неровностями.

1049. Используя данные предыдущей задачи, вычислите, на каком наибольшем расстоянии от антенны Московского телецентра можно расположить антенну ретрансляционной станции, если высота ее 100 м ?

1050. На каких наименьших высотах над уровнем моря надо расположить антенны радиолокаторов судна, если один из них ведет поиск с глубиной разведки 20 км, другой 8 км и третий 2 км?

1051. Как при помощи радиолокационных средств определяют скорость удаления космического корабля, запущенного в направлении Марса или Венеры, в разных точках его траектории?

§ 57. Производство и распределение электрической энергии

1052. На Волжской ГЭС имени Ленина установлено 20 гидрогенераторов по 125 Мвт каждый. Высота напора воды 26 м. Считая к. п. д. генераторов 98%, турбин 97%, найдите секундный расход воды при работе станции на полную мощность.

1053. Районная тепловая электростанция имеет мощность 300 Мвт. Общий к. п. д. станции 25%. Сколько торфа за сутки потребляет станция при работе на полную мощность? При переводе станции на газ к. п. д. повысился до 30%. Сколько газа должна потреблять станция за сутки, если теплота сгорания газа $3,6 \cdot 10^7$ Дж/м³?

1054. ТЭЦ работает с общим к. п. д. 72%. Электрическая мощность ее 30 Мвт, электрический к. п. д. 20%. Найти суточную выдачу тепла на отопление.

1055. Как производят электрические измерения в сетях высокого напряжения?

1056. Плотность тока в алюминиевом проводе линии передачи Волжская ГЭС имени Ленина — Москва (925 км) составляет 0,4 а/мм². Найти падение напряжения в линии (в в и %), если напряжение на выходных шинах станции 430 кв.

1057. Двухпроводная линия длиной 800 м от понижающего трансформатора до сельской школы выполнена медным проводом сечением 20 мм². Школа при включении приемников энергии потребляет 2,58 кВт при напряжении 215 в. Определить напряжение на зажимах трансформатора и потерю мощности в проводах линии.

1058. Районная ГЭС передает энергию мощностью 45 Мвт по линии сопротивлением 15 ом под напряжением 135 кв. Найти напряжение в конце линии и потерю мощности в проводах линии (в кВт и %).

1059. От районной ГЭС энергия ранее передавалась под напряжением 120 кв. После перевода линии на напряжение 240 кв и замены проводов старой линии новыми оказалось, что потеря мощности в проводах линии уменьшилась с 10 до 5%. Во сколько раз масса проводов новой линии меньше массы проводов старой линии, если материал проводов в обоих случаях один и тот же?

1060. Справедливо ли положение: «Потеря энергии в проводах обратно пропорциональна массе проводов»?

1061. С 1930 г. введено «декретное» время: все стрелки часов на территории СССР были передвинуты на 1 час вперед относительно поясного времени. Доказать, что эта мера действительно приводит к экономии электроэнергии. В какое время года эффект от экономии наибольший? наименьший?

ОПТИКА

Глава 20

ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

§ 58. Прямолинейное распространение света. Отражение света. Скорость света

1062. Зная свой рост и измерив длину тени, определите угловую высоту Солнца над горизонтом в данный момент.

1063. Дерево, освещенное Солнцем, отбрасывает тень длиной 36 м, а человек ростом 1,75 м — длиной 3,0 м. Найти высоту дерева.

1064. Как в солнечный день определить высоту вертикально стоящего предмета (телеграфный столб, дерево и т. д.), имея в своем распоряжении рулетку? Прodelайте это на опыте.

1065. На какой высоте находится лампа над горизонтальной поверхностью стола, если тень от вертикально поставленного на стол карандаша длиной 15 см оказа-

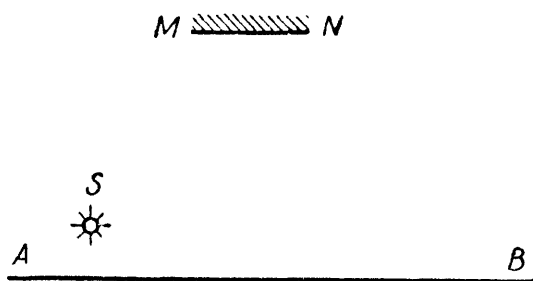


Рис. 137.

лась равной 10 см? Расстояние от основания карандаша до основания перпендикуляра, опущенного из центра лампы на поверхность стола, равно 1 м. Измерьте таким способом высоту над полом какой-либо лампы.

1066. На какой высоте висит уличный фонарь, если тень от вертикально поставленной палки высотой 0,9 м имеет длину 1,2 м, а при перемещении палки на 1 м от фонаря по направлению тени длина тени стала равной 1,5 м?

1067. На рисунке 137 изображено (вид сверху) плоское зеркало MN, висящее на стене, и лампочка S. Найти

построением, на каком участке отрезка прямой AB человек будет видеть изображение лампочки в зеркале.

1068. Человек, стоящий на берегу озера, видит в гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет перемещаться это изображение при удалении человека от озера?

1069. На рисунке 138 изображен в плане автобус. В точке A находится шофер, в точке C — дверь для входа пассажиров в автобус. Через точку B проходит вертикальная ось, вокруг которой может вращаться зеркало DE . Как надо расположить зеркало DE , чтобы

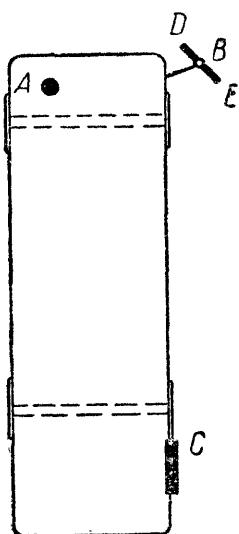


Рис. 138.

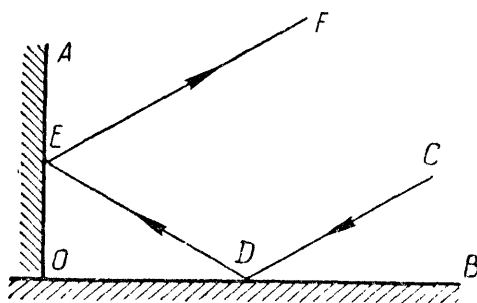


Рис. 139.

шофер мог видеть входящих в автобус пассажиров?

1070. На рисунке 139 изображены два взаимно перпендикулярных зеркала AO и OB . CD — луч, падающий на зеркало OB ; DE и EF — лучи, отраженные от зеркал OB и AO . Доказать, что луч EF параллелен лучу CD при любом угле его падения.

1071. Куда следует поместить источник света в прожекторе, чтобы получить слегка расходящийся пучок отраженных лучей?

1072. Лампочка, устанавливаемая в автомобильной фаре, имеет две нити накала, питаемые независимо друг от друга. Нить накала, дающая так называемый «дальний свет», помещена в фокусе вогнутого зеркала. Нить накала, дающая «ближний свет», смещена ближе к зеркалу и несколько вверх по отношению к первой нити. Чем отличаются световые пучки «ближнего» и «дальнего» света?

1073. Расстояние от Солнца до Земли составляет $1,5 \cdot 10^8$ км. Сколько времени свет от Солнца идет до Земли?

1074. Луна находится от Земли в среднем на расстоянии 60 земных радиусов. Принимая радиус Земли за 6400 км, определить, сколько времени идет свет от Луны до Земли.

1075. Свет от туманности Андромеды, видимой простым глазом, доходит до Земли через $9 \cdot 10^5$ лет. На каком расстоянии от Земли (в км) находится эта туманность?

§ 59. Интерференция и дифракция света

1076. Два камня одновременно падают на поверхность воды в точки S_1 и S_2 (рис. 140). Каков будет результат интерференции водяных волн в точке O , равно-

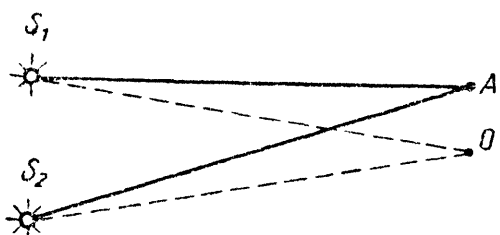


Рис. 140.

удаленной от обоих источников? Каков будет результат интерференции водяных волн в точке A , если расстояние S_2A больше, чем расстояние S_1A на 3 см? Длина волны равна 6 см.

1077. Два когерентных источника белого света S_1 и S_2 освещают экран AB , плоскость которого параллельна S_1S_2 (рис. 141). Докажите, что в точке O экрана, лежа-

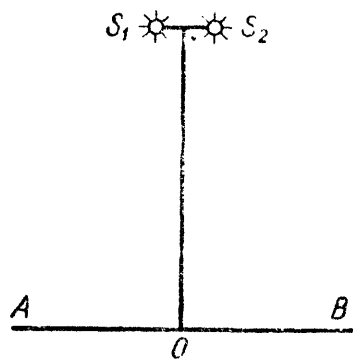


Рис. 141.

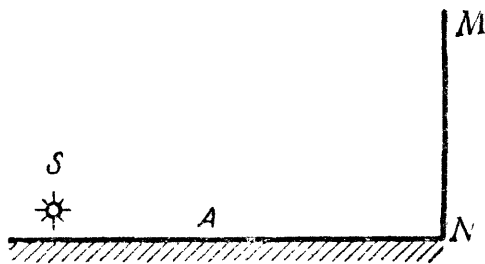


Рис. 142.

щей на перпендикуляре, восставленном из середины отрезка S_1S_2 , будет максимум освещенности.

1078. Для получения интерференционной картины на экране MN (рис. 142) пользуются иногда следующей

установкой. Источник света S помещают над поверхностью плоского зеркала A на близком расстоянии от него. Объясните причину возникновения системы когерентных световых волн.

1079. Для получения системы когерентных световых волн можно воспользоваться следующим методом. Собирающую линзу распиливают на две равные части, слегка раздвигают их и обе половинки склеивают непрозрачным клеем. На экране MN (рис. 143) от источника света S наблюдают интерференционную картину. Объясните действие установки.

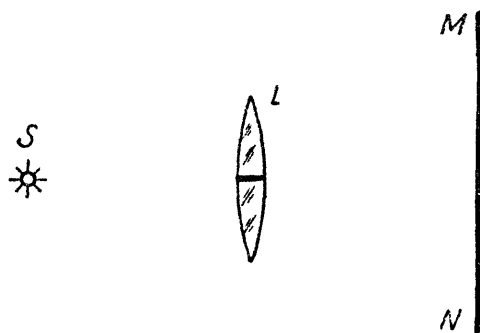


Рис. 143.

1080. Если мыльную пленку освещать монохроматическими лучами света, то ее поверхность будет казаться наблюдателю в некоторых местах темной, а в некоторых светлой. При освещении же белым светом наблюдается радужная окраска пленки. Почему так изменяется результат интерференции?

1081. С помощью малого отверстия можно получить изображение предмета в «камере обскура» (рис. 144),

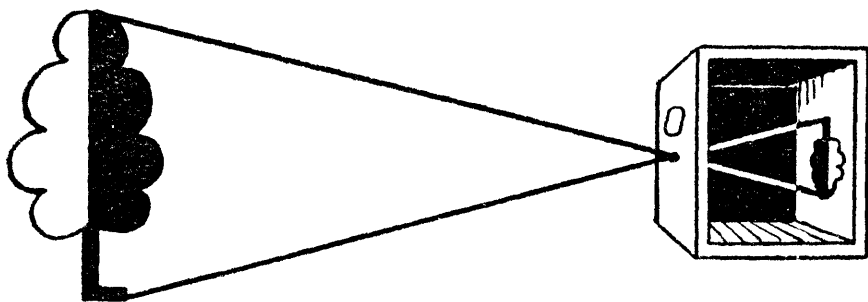


Рис. 144.

при этом, чем меньше будет отверстие в камере, тем отчетливее получится изображение. Объясните, почему при очень малом отверстии резкость изображения снова падает.

1082. Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной

решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса *?

1083. В школе есть дифракционные решетки, имеющие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них даст на экране более широкий спектр при всех прочих равных условиях?

1084. Как изменяется картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?

1085. Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° .

1086. Определить угол отклонения лучей зеленого света ($\lambda = 550$ мкм) в спектре первого порядка, полученном от дифракционной решетки с периодом 0,02 мм.

1087. Для определения периода решетки на нее направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи длиной волны 760 мкм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

1088. Какова ширина всего спектра первого порядка (считая, что длины волн заключены в пределах от 380 до 760 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

Глава 21

ЗАКОНЫ ОСВЕЩЕННОСТИ. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

§ 60. Световой поток, сила света, освещенность.

Законы освещенности. Фотометры

1089. Найти полный световой поток, испускаемый источником света 100 св.

1090. Источник света испускает полный световой поток 500 лм. Какова его сила света?

* В задачах 1082—1088 считать, что свет падает на решетку нормально и плоскость экрана параллельна плоскости решетки. В задачах 1085—1088 ввиду малости углов значение синусов можно заменить значением тангенсов.

1091. Определить величину телесного угла, если точечный источник света 25 св, помещенный в его вершине, дает внутри него световой поток 10 лм.

1092. Внутри телесного угла, равного 0,5 стер, распространяется световой поток 2 лм. Какова сила точечного источника света, помещенного в вершине угла?

1093. По приведенным в таблице данным для осветительных ламп накаливания, применяемых в сетях с напряжением 220 в, подсчитайте световую отдачу (в лм/вт).

Постройте график изменения световой отдачи в зависимости от мощности лампы.

Мощность, вт	15	25	40	60	75	100	150	300	500	1 000
Световой поток, лм	101	198	340	540	698	1 050	1 845	4 350	8 000	18 000
Световая отдача, лм/вт										

1094. На электрической лампе написано: «96 вт; 1300 лм». Какова мощность, потребляемая лампой на 1 св при нормальном режиме ее работы?

1095. Какой световой поток проходит через поверхность 20 см², находящуюся в 5 м от точечного источника света 100 св, считая, что лучи падают нормально к поверхности?

1096. На каком расстоянии от точечного источника света 200 св через поверхность 1 м² проходит световой поток 0,5 лм? Считать, что лучи падают нормально к освещаемой поверхности.

1097. Площадь спортивной арены Дворца спорта Центрального стадиона имени В. И. Ленина в Москве около 3000 м². Какой световой поток падает на арену, если ее освещенность 200 лк?

1098. На поверхность книги, освещенной солнечными лучами, перпендикулярно к ней падает световой поток 40 лм. Как изменится световой поток, если книгу отклонить на 30°?

1099. Световой поток 0,02 лм падает перпендикулярно на площадку 5 см². Какова ее освещенность? Какой будет освещенность, если площадку отклонить на 20°?

1100. В зеркальном гальванометре источник света освещает небольшое зеркальце, которое отбрасывает на шкалу световой «зайчик». Какую надо создать освещенность зеркальца площадью 10 мм^2 , чтобы добиться освещенности шкалы на площади 500 мм^2 не менее 20 лк ? Считать, что зеркало отражает 80% падающего на него светового потока.

1101. Зеркальце в зеркальном гальванометре освещается лампочкой 12 св , расположенной на расстоянии 10 см от зеркальца. Какова освещенность зеркальца, если считать, что свет падает на него нормально?

1102. Какой силы света надо взять лампу, чтобы при подвешивании ее на высоте $0,8 \text{ м}$ над горизонтальной поверхностью чертежного стола наибольшая освещенность стола составила 150 лк ?

1103. На какой высоте над токарным станком надо поместить лампу 75 св , чтобы были соблюдены нормы освещенности детали ($40\text{—}60 \text{ лк}$)?

1104. Перегоревшую лампу 75 св заменили лампой 25 св и приблизили ее к освещаемой поверхности, уменьшив расстояние до лампы в три раза. Добились ли прежней освещенности поверхности?

1105. Над поверхностью парты, наклоненной к горизонту под углом 20° , на высоте 2 м висит лампа 200 св . Какова освещенность поверхности парты, создаваемой этой лампой?

1106. На какой угол надо отклонить площадку, чтобы ее освещенность уменьшилась вдвое по сравнению с освещенностью площадки при перпендикулярном падении лучей?

1107. Для освещения улицы на высоте 3 м от поверхности земли на столбе висит фонарь 500 св . Найти освещенность поверхности земли на расстоянии 4 м от основания столба.

1108. На двух столбах на высоте 4 м от поверхности земли повешены лампы, освещающие двор. Сила света каждой лампы 200 св . Расстояние между лампами 6 м . Вычислить освещенность двора под каждой лампой и посередине между ними.

1109. Лампа 50 св висит над серединой стола на высоте $1,2 \text{ м}$. Размеры стола $1 \times 2 \text{ м}$. В каких точках стола освещенность наибольшая, в каких — наименьшая? Определить освещенность в этих точках.

1110. Сравнить освещенность горизонтальной поверхности земли и вертикальной стены дома, выходящей на юг, в Москве в полдень дня летнего солнцестояния. Географическая широта Москвы $\varphi = 56^\circ$. Угол наклона плоскости экватора к плоскости эклиптики $\delta = 23,5^\circ$.

§ 61. Преломление света

1111. Почему, сидя у горящего костра, мы видим предметы, расположенные по другую сторону костра, колеблющимися?

1112. Почему, измеряя высоту небесного тела над горизонтом, мы определяем ее большей, чем она есть в действительности?

1113. В таблице приведены данные о доле световой энергии (в %), которая отражается от стекла при различных углах падения.

Угол падения в градусах	0	10	20	30	40	50	60	70	80	89
Доля отраженной энергии в процентах	4,7	4,7	4,7	4,9	5,3	6,6	9,8	18	39	91

Полагая, что остальная часть энергии проходит в стекло, постройте график, характеризующий часть световой энергии (в %), приходящуюся на долю преломленных лучей в зависимости от угла падения. При каком угле падения 50% световой энергии отражается, а 50% преломляется?

1114. Определить показатель преломления льда, если при угле падения луча, равном 61° , угол преломления оказался равным 42° ?

1115. На какой угол отклонится луч от первоначального направления, если угол падения его на поверхность стекла (легкий крон) и на поверхность алмаза равен 45° ?

1116. В каких случаях угол падения равен углу преломления?

1117. Зная скорость света в вакууме, вычислить скорость света в воде, стекле (легкий крон), сероуглероде.

1118. Найти относительный показатель преломления луча при переходе его из воды в стекло (легкий крон). То же при переходе луча в обратном направлении.

1119. Луч переходит из воды в стекло (тяжелый флинт). Угол падения равен 35° . Найти угол преломления.

1120. Вычислить угол между лучами, проходящими в воде (рис. 145), если плоское зеркало, укрепленное на штативе, наклонено под углом 60° к горизонту. Луч, идущий от проекционного фонаря, и зеркало, лежащее на дне сосуда, горизонтальны.

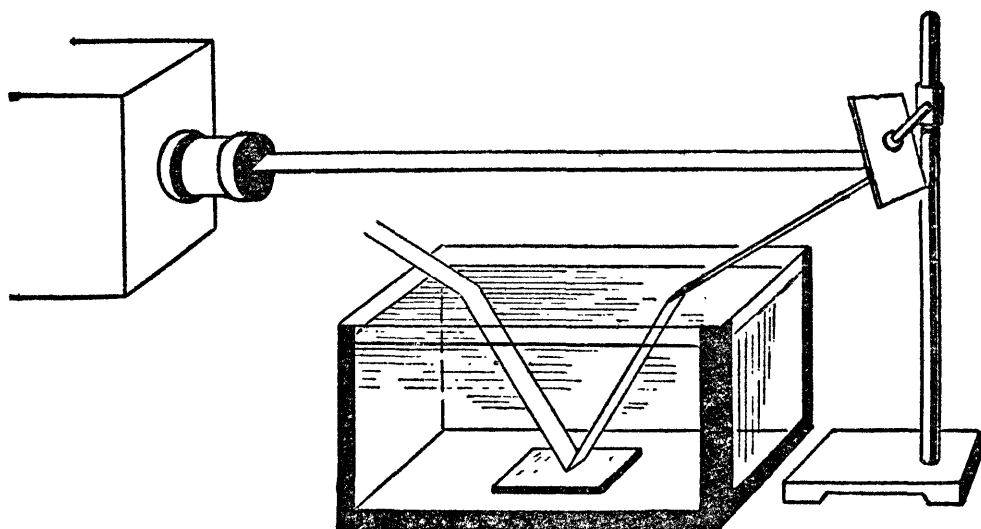


Рис. 145.

1121. Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла (тяжелый флинт), чтобы угол преломления был в два раза меньше угла падения?

1122. Под каким углом должен упасть луч на стекло (легкий крон), чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

1123. Возьмите неглубокую чайную чашку, поставьте на стол и положите на дно ее монету. После этого отойдите от стола так, чтобы край чашки закрывал монету. Теперь, не меняя положения головы, попросите товарища налить в чашку воды. Монета снова станет видна. Объясните явление. Сделайте чертеж.

1124. Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка попадет в дно ручья, если мальчик, точно нацелившись на предмет, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

1125. Луч падает под углом 60° на стеклянную (легкий крон) пластинку толщиной 2 см с параллельными гранями. Определить смещение луча, вышедшего из пластинки.

1126. На каком явлении основано использование двух призм (рис. 146) для поворота луча на 180° ?

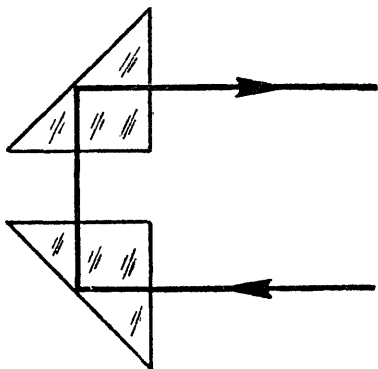


Рис. 146.

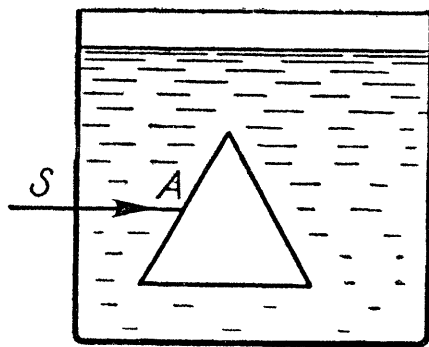


Рис. 147.

1127. Вычислить предельный угол полного внутреннего отражения для каменной соли.

1128. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества оказался равным 38° . Найти показатель преломления этого вещества.

1129*. В сосуде с водой (рис. 147) находится полая призма, склеенная из стекла (внутри нее находится воздух). Начертить дальнейший ход луча SA .

1130. Луч SN (рис. 148) падает на стеклянную призму, изготовленную из легкого крона, перпендикулярно грани AB . Произойдет ли преломление луча на грани AC в точке его падения N или он испытает полное внутреннее отражение?

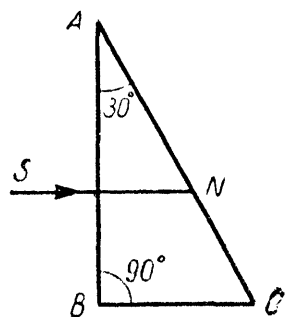


Рис. 148.

1131. Луч падает под углом 50° на треугольную призму, имеющую равные грани. Показать ход лучей в призме и вычислить угол преломления луча при выходе его из призмы. Показатель преломления вещества призмы $n = 1,5$.

* В задачах 1129—1131 считать, что плоскость, в которой расположен падающий луч и перпендикуляр к преломляющей поверхности, восстановленный в точке падения луча, перпендикулярна ребру преломляющего угла призмы.

§ 62. Линзы. Оптические приборы

1132. Объясните, почему оптический центр плоско-выпуклой и плоско-вогнутой линз (рис. 149) лежит в точках пересечения их сферических поверхностей с главной оптической осью.

1133. Как следует расположить две собирающие линзы, чтобы пучок параллельных лучей, пройдя через эти линзы, остался параллельным и сохранил свое первоначальное направление?

1134. На рисунке 150 дано построение изображения предмета AB в собирающей линзе. Покажите дальнейший ход луча AN .

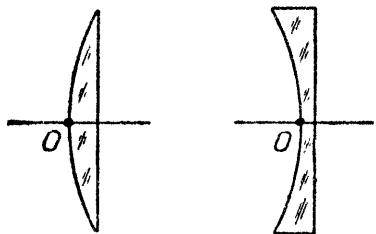


Рис. 149.

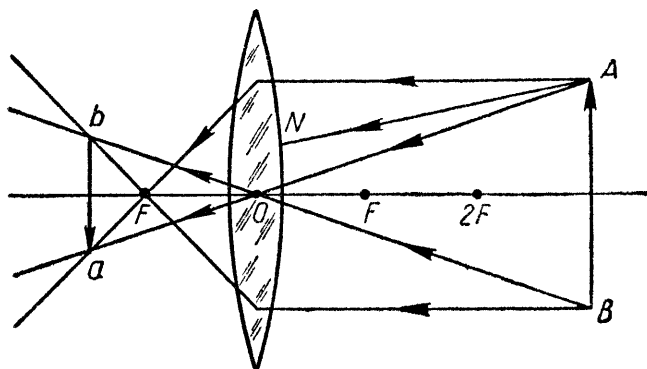


Рис. 150.

1135. На экране при помощи собирающей линзы получено четкое изображение предмета. С помощью чертежа пояснить, почему при смещении экрана к линзе или от нее изображение становится «размытым», причем «размытость» тем больше, чем больше смещение.

1136. В какую сторону надо сместить объектив аппарата относительно пленки при фотографировании лица человека, если перед этим был произведен снимок виднеющегося вдали леса?

1137. На всю поверхность собирающей линзы диаметром D см и фокусным расстоянием F см направлен пучок лучей, параллельных главной оптической оси. На каком расстоянии от линзы надо поставить экран, чтобы на нем получился светлый круг диаметром d см?

1138. Найти фокусное расстояние собирающей линзы, если известно, что изображение предмета, помещенного на расстоянии 25 см от линзы, получается по другую сторону линзы на таком же расстоянии от нее.

1139. Изображение предмета, помещенного перед собирающей линзой на расстоянии 40 см, получается по другую сторону линзы на расстоянии 1,2 м от нее. Каково фокусное расстояние линзы?

1140. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

1141. Экран находится от собирающей линзы на расстоянии 2,25 м. Фокусное расстояние линзы 15 см. На каком расстоянии следует расположить перед линзой предмет, чтобы получить на экране его отчетливое изображение?

1142. Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчетливое изображение предмета?

1143. Определить, каких размеров получится изображение на экране предмета высотой 12 мм, если его поместить на расстоянии $1,75 F$ от линзы.

1144. Предмет помещен на расстоянии $4 F$ от линзы. Во сколько раз изображение его на экране меньше самого предмета?

1145. Какой из фотографических аппаратов: «Киев» или «Смена-4» — дает более крупное изображение объекта, фотографируемого с одного и того же расстояния, если фокусное расстояние объектива аппарата «Киев» равно 5 см, аппарата «Смена-4» — 4 см?

1146. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см следует поставить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

1147. На каком расстоянии от линзы следует поставить экран, чтобы изображение предмета, полученное при помощи собирающей линзы, было в 20 раз больше самого предмета? Фокусное расстояние линзы равно 40 см.

1148. Объектив аппарата «Москва-5» имеет фокусное расстояние 10,5 см. На каком расстоянии от объектива должен быть помещен предмет, чтобы снимок получился в $\frac{1}{5}$ натуральной величины?

1149. Диапозитив имеет размеры 8×8 см. Определить фокусное расстояние объектива проекционного

фонаря, если на экране, отстоящем на расстоянии 4 м от него, получается изображение размерами 2×2 м?

1150. С помощью фотоаппарата «Зенит», дающего снимки 24×36 мм, фотографируют здание Московского университета. Высота здания 210 м. На каком наименьшем расстоянии следует встать фотографу, чтобы все здание (по высоте) уместилось на пленке? Фокусное расстояние объектива аппарата 5 см.

1151. Перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 12 см помещен предмет на расстоянии 8 см от линзы. Где получится изображение? Каково соотношение между величиной изображения и предмета?

1152. Рассматривая мелкий шрифт через собирающую линзу и располагая книгу на расстоянии 4 см от нее, получают мнимое и в 5 раз увеличенное изображение букв. Какова оптическая сила линзы?

1153. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см рассматривают монету диаметром 1,25 см и получают мнимое изображение монеты. На каком расстоянии от линзы находилась монета, если диаметр изображения монеты 5 см?

1154. Ученик смотрит через линзу с оптической силой — 8 дптр на отдаленное здание. На каком расстоянии от линзы получится изображение?

1155. Перед линзой с оптической силой — 5 дптр на расстоянии 10 см от нее поставлен предмет высотой 4 см. На каком расстоянии от линзы получится изображение и какова будет его высота?

1156. На каком расстоянии перед линзой с оптической силой — 2 дптр надо поставить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось на середине между линзой и ее мнимым фокусом?

1157. На каком расстоянии от линзы с оптической силой — 4 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в 5 раз меньше самого предмета?

1158. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

1159. Из двух часовых стекол склеена воздушная двояковыпуклая линза и помещена в воду. Собирает

или рассеивает она лучи? Как действует в воде склеенная таким же образом двояковыпуклая линза?

1160. MN (рис. 151) — оптическая ось линзы, AB — предмет, A_1B_1 — его изображение. Определить графически положение оптического центра и фокуса линзы.

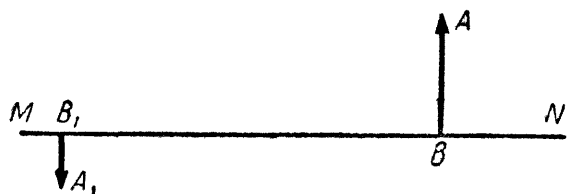


Рис. 151.

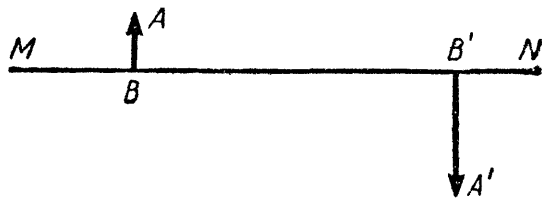


Рис. 152.

Собирающая или рассеивающая эта линза? Действительное или мнимое получилось изображение?

1161. Решить ту же задачу для случаев, изображенных на рисунках 152, 153, 154.



Рис. 153.



Рис. 154.

1162. На рисунке 155 показаны: оптическая ось DE и оптический центр O линзы MN , ход луча ABC . Найти построением фокусы линзы.

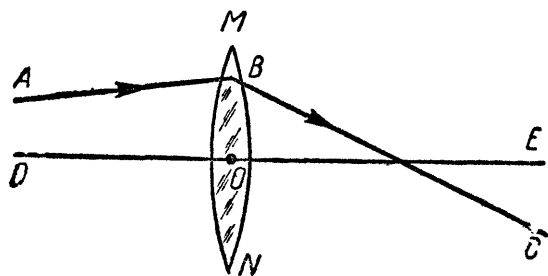


Рис. 155.

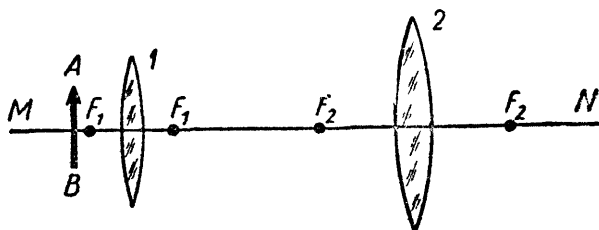


Рис. 156.

1163. На расстоянии 25 см от собирающей линзы 1 (рис. 156) с фокусным расстоянием 20 см помещен предмет AB высотой 2 см. Собирающая линза 2 с фокусным расстоянием 40 см расположена на расстоянии 1,5 м от первой. Оптические оси линз совпадают. На каком рас-

стоянии от второй линзы получится изображение предмета, даваемое этими линзами? Какова высота изображения?

1164. На каком расстоянии друг от друга должны находиться деления измерительного прибора, чтобы ученик, сидящий в 8 м от демонстрационного стола, мог различить эти деления? Предельный угол зрения можно считать равным $1'$.

1165. Если читать книгу, держа ее очень близко от глаз, глаза быстро утомляются. Почему?

1166. Почему при уменьшении освещенности зрачки глаз расширяются?

1167. Ученик имеет очки с неодинаковыми собирающими линзами. Оптическая сила одной линзы известна. Как найти оптическую силу другой линзы? Какие измерения и вычисления надо выполнить?

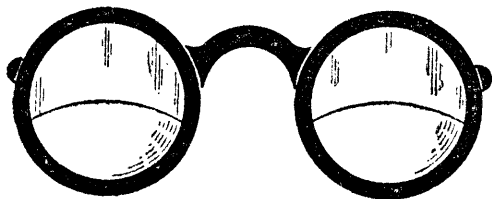


Рис. 157.

1168. Каким недостатком зрения обладает человек носящий очки, изображенные на рисунке 157. Нижняя часть — выпуклые стекла, верхняя — плоские.

1169. Определить увеличение лупы, имеющей оптическую силу 20 дптр.

1170. Определить фокусное расстояние лупы, дающей четырехкратное увеличение.

1171. Найти увеличение микроскопа *, фокусное расстояние объектива которого 5 мм, окуляра 20 мм, а длина тубуса 240 мм.

1172. Фокусное расстояние объектива микроскопа 5 мм, окуляра 25 мм; предмет находится на расстоянии 5,1 мм от объектива. Вычислить длину тубуса и даваемое микроскопом увеличение.

1173. Вычислить длину тубуса и фокусное расстояние окуляра микроскопа, который увеличивает в 400 раз и имеет объектив с фокусным расстоянием 4 мм. Препарат помещается на 0,1 мм дальше фокуса объектива.

* В формулу увеличения микроскопа входит величина δ — оптическая длина тубуса — расстояние от заднего фокуса объектива до переднего фокуса окуляра.

1174. Телескоп дает увеличение, равное 500, его окуляр имеет фокусное расстояние 2 см. Найти оптическую силу объектива.

1175. Найти увеличение телескопа, объектив которого имеет фокусное расстояние 3,2 м, а окуляр дает десятикратное увеличение.

1176. Объектив зрительной трубы имеет оптическую силу, равную 1 дптр. Какую линзу надо взять в качестве окуляра, чтобы получить двадцатикратное увеличение?

1177. Какие собирающие линзы нужно взять, чтобы построить зрительную трубу длиной 22 см, дающую десятикратное увеличение?

Глава 22

ДИСПЕРСИЯ СВЕТА. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

§ 63. Дисперсия света. Шкала электромагнитных волн

1178. Почему, определяя коэффициенты преломления веществ, пользуются не белым светом, а монохроматическим?

1179. На белую бумагу наклеены красные буквы. Какой свет надо направить на бумагу, чтобы буквы стали невидимыми?

1180. Какими будут казаться красные буквы, если их рассматривать через зеленое стекло?

1181. Через призму смотрят на белую стену. Видят ли ее окрашенной в цвета спектра?

1182. На черную доску наклеили горизонтальную узкую полоску белой бумаги. Какого цвета будут казаться человеку верхний и нижний края полоски?

1183. Какие частоты колебаний соответствуют крайним красным ($\lambda_1 = 760$ мкм) и крайним фиолетовым ($\lambda_2 = 400$ мкм) лучам видимой части спектра?

1184. Вода освещена красным светом, длина волны лучей которого 700 мкм. Какова длина волны этих лучей в воде? Какой цвет увидит человек, открывший глаза под водой?

1185. Какова длина волны лучей в воздухе, если их длина в воде 435 мкм. Какому цвету они соответствуют?

1186. Какое свойство инфракрасных лучей используют при сушке древесины, сена, овощей?

1187. На рисунке 158 показан график зависимости поглощения растениями солнечной радиации от длины волны излучения. Почему для выращивания растений при искусственном освещении применяют ртутные лампы, дающие спектр, богатый фиолетовыми и синими лучами? Почему колбы этих ламп можно изготавливать

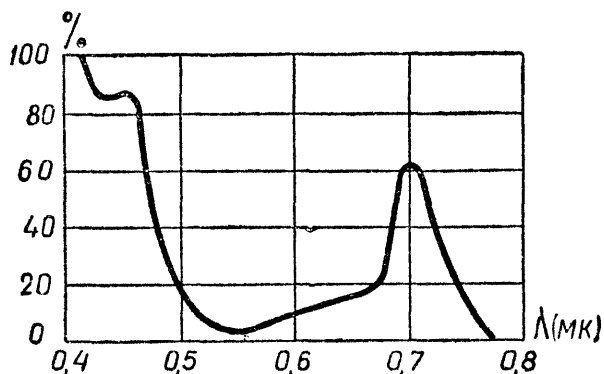


Рис. 158.

из силикатного стекла, не пропускающего ультрафиолетовые лучи? Почему надо сочетать такие источники света с обычными лампами накаливания?

1188. В парниках ставят обыкновенное стекло, а колбы для ртутных медицинских ламп изготавливают из кварцевого стекла. Почему?

1189. Почему высоко в горах можно особенно быстро загореть?

1190. Всегда ли на рентгеновском снимке размеры изображения предмета больше его истинных размеров? Почему?

1191. Как при помощи рентгеновских лучей обнаружить газовые пузырьки в сварном шве или «раковины» в металлической отливке?

1192. Какова величина кинетической энергии электронов, достигающих анода рентгеновской трубки, работающей при напряжении 100 кВ?

1193. С какой скоростью достигают электроны анода рентгеновской трубки, работающей при напряжении 50 кВ?

1194. Электроны достигают анода рентгеновской трубки, имея скорость $1,2 \cdot 10^5$ км/сек. Под каким напряжением работает трубка?

1195. На рисунке 159 даны графики распределения энергии в спектре ламп накаливания при различных температурах T_1 и T_2 , причем $T_1 > T_2$. По оси абсцисс отложены длины волн, по оси ординат — энергия, соответствующая этим длинам волн в условных единицах.

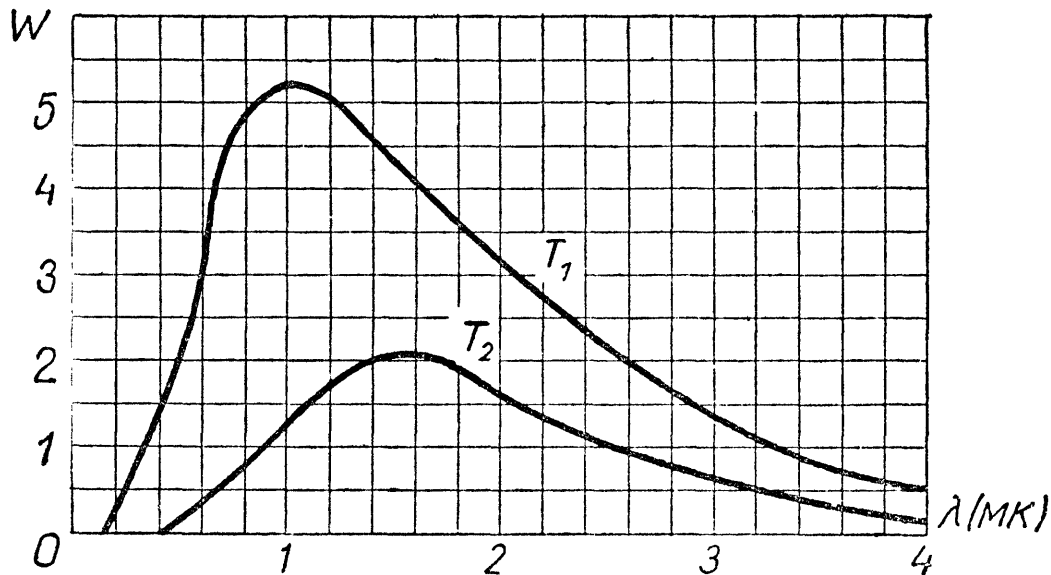


Рис. 159.

Почему при падении напряжения «световая отдача» ламп уменьшается?

1196. Почему цвет ткани можно определить более правильно при освещении ее лампой дневного света, чем при освещении лампой накаливания?

§ 64. Кванты. Фотоэлектрический эффект и другие действия света

1197. Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным ($\lambda_1 = 760$ мкм) и наиболее коротким волнам ($\lambda_2 = 400$ мкм) видимой части спектра.

1198. К какому типу лучей следует отнести лучи, энергия фотонов которых равна $2 \cdot 10^{-17}$ Дж? $4 \cdot 10^{-19}$ Дж? $3 \cdot 10^{-23}$ Дж?

1199. Определить длину волны лучей, кванты которых (фотоны) имеют такую же энергию, как электрон, пролетевший разность потенциалов 4,1 в?

1200. Предполагая, что средняя длина волны излучения 25-ваттной электрической лампы равна приблизительно 1,2 мк, найти число испускаемых ею фотонов за 1 сек.

1201. Определить число фотонов, падающих за 1 сек на площадь 1 м², поставленную перпендикулярно лучам на расстоянии 100 км. (Принять излучение лампы (см. задачу 1200) распределенным во всех направлениях равномерно.)

1202. Глаз человека воспринимает свет длиной волны 500 мк, если энергия света, попадающего в глаз не менее $2,1 \cdot 10^{-17}$ Дж/сек. Сколько световых квантов в секунду попадает в этом случае на сетчатку?

1203. Источник света мощностью 100 вт испускает за 1 сек $5 \cdot 10^{20}$ фотонов. Найти среднюю длину волны излучения.

1204. Чем выше напряжение, приложенное к рентгеновской трубке, тем более «жесткие» (более коротковолновые) лучи испускает она. Почему?

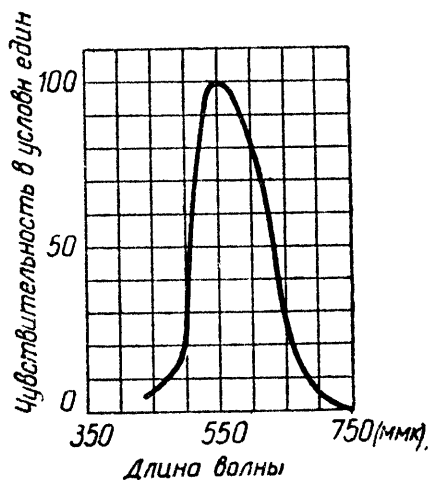


Рис. 160.

1205. Изменится ли «жесткость» рентгеновских лучей, если при постоянном высоком напряжении на трубке изменить накал ее нити катода?

1206. Красная граница фотоэффекта для чистого серебра равна 261 мк. Определить работу выхода электрона из серебра.

1207. Работа выхода электрона из натрия равна $3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найти красную границу фотоэффекта для натрия.

1208. Работа выхода электрона из цинка равна $5,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Произойдет ли фотоэффект, если на цинк будут падать световые лучи с длиной волны 450 мк?

1209. Определить порог фотоэффекта для калия, если работа выхода электронов из него равна 2 эв.

1210. На рисунке 160 представлен график чувствительности селенового фотоэлемента. Будет ли ток в цепи фотоэлемента, если на него направить пучок лучей, энергия каждого кванта которых равна $2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

1211. Какой энергией обладают электроны, выбитые

из цезия ($P = 1,9$ эв) при облучении его светом с длиной волны 500 мкм?

1212. Какую скорость получают вырванные из калия электроны при облучении его фиолетовым светом с длиной волны 420 мкм? ($P = 2,0$ эв).

1213. Какой длины волны световые лучи следует направлять на поверхность платины, чтобы скорость вылетающих из нее электронов была равна 3000 км/сек? ($P = 6,3$ эв).

1214. Вольфрамовая пластинка освещена лучами с длиной волны 100 мкм. Какую наименьшую разность потенциалов надо приложить, чтобы прекратить эмиссию электронов? ($P = 4,5$ эв)

1215. Опыты знаменитого русского ученого П. Н. Лебедева показали, что солнечные лучи, падающие в ясный день на зеркальную поверхность, расположенную перпендикулярно лучам, производят давление около $4 \cdot 10^{-6}$ н/м². Какое давление оказывают лучи на эту поверхность при угле падения, равном 30°?

1216. На какую поверхность — черную или белую (при прочих равных условиях) — световые лучи давят больше?

СТРОЕНИЕ АТОМА

Глава 23

СТРОЕНИЕ АТОМА

§ 65. Излучение и поглощение энергии атомами

1217. На какие стационарные орбиты переходят электроны в атоме водорода при излучении видимых лучей? ультрафиолетовых лучей? инфракрасных?

1218. При облучении атома водорода электроны перешли с первой стационарной орбиты на третью, а при возвращении обратно — с третьей орбиты на вторую и со второй на первую. Охарактеризуйте величину квантов, поглощенных и излученных атомом.

1219. При переходе электрона в атоме водорода с третьей стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны, соответствующие длине волны 652 *ммк* (красная линия водородного спектра). Какую энергию теряет при этом атом водорода?

1220. При переходе электронов в атоме водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $4,04 \cdot 10^{-19}$ *дж* зеленой линии водородного спектра. Определить длину волны этой линии.

1221. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на 4,9 *эв*. Какую длину волны будет излучать атом при переходе в невозбужденное состояние?

1222. Датский физик Нильс Бор получил формулу для вычисления радиуса стационарных орбит в атоме водорода: $m v_k r_k = \frac{k h}{2\pi}$, где m — масса электрона, v_k — его линейная скорость движения по орбите с порядковым номером k , r_k — радиус этой орбиты, h — постоянная Планка. В то же время сила притяжения электрона

к ядру атома водорода $\frac{e^2}{r_k^2}$ равна центростремительной силе $\frac{mv_k^2}{r_k}$. Найдите на основании этих данных выражение для радиуса k -й стационарной орбиты и скорости движения электрона по ней.

1223. Воспользовавшись данными предыдущей задачи, рассчитайте радиус первой стационарной орбиты в атоме водорода и скорость движения электрона по ней.

1224. Сколько оборотов в 1 сек совершает электрон, двигаясь по первой стационарной орбите в атоме водорода. Необходимые данные возьмите из задачи 1222.

§ 66. Состав атомных ядер

1225. Как должно быть направлено магнитное поле, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 161 отклонение α - и β -частиц? Почему β -частицы отклоняются магнитным полем сильнее?

1226. Чем объясняется, что счетчик Гейгера регистрирует возникновение ионизированных частиц и тогда, когда поблизости от него нет радиоактивного препарата?

1227. Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?

1228. Каковы преимущества «кобальтовой пушки» перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?

1229. Зачем во взрывоопасных производствах в местах, где электризуются материалы или детали установок, помещают радиоактивные препараты?

1230. Где больше длина пробега α -частицы: у поверхности земли или в верхних слоях атмосферы? Почему?

1231. Период полураспада ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ равен 1590 лет, а ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ — 3,8 дня. Через сколько времени масса того и другого вещества уменьшится в 4 раза?

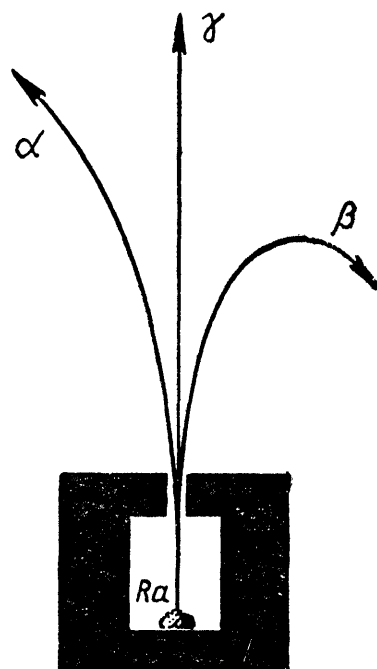


Рис. 161.

1232. Начертите график зависимости массы распадающегося вещества от времени (за единицу времени возьмите период полураспада). По графику определите, через сколько времени останется 0,9 начальной массы распадающегося вещества.

1233. По графику предыдущей задачи и вычислением найдите, через сколько времени от ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ останется 0,75 начальной массы (период полураспада 3,8 сут).

1234. Какой энергией обладает α -частица, вылетающая при распаде полония со скоростью $1,6 \cdot 10^7$ м/сек?

1235. На рисунке 162 изображен трек электрона в камере Вильсона, находящейся в магнитном поле. В каком направлении двигался электрон в камере? (Над камерой расположен северный магнитный полюс, а под ней — южный.)

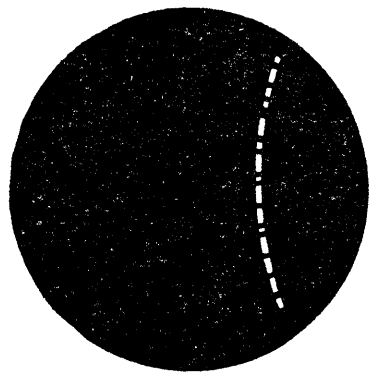


Рис. 162.

1236. 1 г радия испускает в 1 сек $3,7 \cdot 10^{13}$ α -частиц, энергия каждой частицы равна $6 \cdot 10^6$ эв. Определить количество теплоты в джоулях, выделяемое 1 г радия в 1 сек.

1237. Атомный вес хлора 35,5. Хлор имеет два изотопа ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ и ${}_{17}\text{Cl}^{37}$. Определить их процентное содержание в природном хлоре.

1238. Атомный вес лития 6,93. Литий имеет два изотопа: ${}_{3}\text{Li}^6$ и ${}_{3}\text{Li}^7$. Определить их процентное содержание в природном литии.

1239. Каков состав ядер натрия (${}_{11}\text{Na}^{23}$), фтора (${}_{9}\text{F}^{19}$), серебра (${}_{47}\text{Ag}^{107}$)?

1240. Каков состав ядер изотопов неона: ${}_{10}\text{Ne}^{20}$, ${}_{10}\text{Ne}^{21}$, ${}_{10}\text{Ne}^{22}$?

1241. В лабораториях получены трансурановые элементы, которые имеют следующие наиболее устойчивые изотопы: америций (${}_{95}\text{Am}^{243}$), кюрий (${}_{96}\text{Cm}^{247}$), берклий (${}_{97}\text{Bk}^{247}$), калифорний (${}_{98}\text{Cf}^{251}$), эйнштейний (${}_{99}\text{Eh}^{254}$), фермий (${}_{100}\text{Fm}^{255}$), менделевий (${}_{101}\text{Mv}^{256}$). Каков состав их ядер?

§ 67. Ядерные реакции

1242. Как изменяется атомный вес и номер элемента, если из его ядра выбрасывается протон? нейтрон? позитрон?

1243. Напишите ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия ($_{13}\text{Al}^{27}$) α -частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.

1244. Напишите ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора ($_5\text{B}^{11}$) α -частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтрона.

1245. При бомбардировке ядер изотопа бора $_5\text{B}^{10}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α -частица. Напишите реакцию.

1246. При бомбардировке ядер азота $_7\text{N}^{14}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается протон. Напишите реакцию. Полученное ядро изотопа углерода оказывается β -радиоактивным. Напишите происходящую при этом реакцию.

1247. При бомбардировке ядер железа $_{26}\text{Fe}^{56}$ нейтронами образуется β -радиоактивный изотоп марганца с атомным весом 56. Напишите реакцию получения этого изотопа марганца и реакцию происходящего с ним β -распада.

1248. При бомбардировке изотопа бора $_5\text{B}^{10}$ α -частицами образуется изотоп азота $_7\text{N}^{13}$. Какая при этом выбрасывается частица?

1249. Изотоп азота $_7\text{N}^{13}$ радиоактивен, он подвергается позитронному распаду. Напишите реакцию.

1250. В урановых котлах происходят следующие ядерные реакции. Ядро урана $_{92}\text{U}^{238}$ захватывает нейтрон, превращается в тяжелый изотоп $_{92}\text{U}^{239}$, испуская γ -квант. Этот изотоп урана β -радиоактивен. Напишите реакцию его распада, в результате которого получается новый элемент — нептуний. Нептуний, в свою очередь, претерпевает β -радиоактивный распад, превращаясь в новый элемент — плутоний. Напишите реакцию получения плутония.

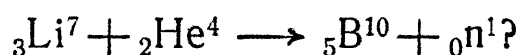
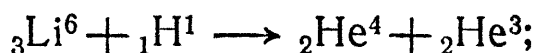
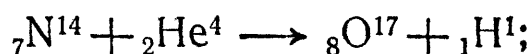
§ 68. Связь массы и энергии. Получение атомной энергии

1251. Какой энергии (в *Мэв*) соответствует атомная единица массы, равная $1,66 \cdot 10^{-24}$ г?

1252. На сколько атомных единиц массы увеличилась масса частицы, которой сообщена энергия 2 *Мэв*?

1253. Вычислите дефекты масс ядер: $_2\text{He}^4$ и $_5\text{B}^{10}$.

1254. Выделяется или поглощается энергия при следующих ядерных реакциях:



1255. Вычислить энергию связи ядра дейтерия ${}_1\text{D}^2$ (в *Мэв* и в *дж*).

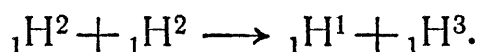
1256. Какая минимальная энергия необходима для расщепления ядра азота ${}_7\text{N}^{14}$ на протоны и нейтроны?

1257. Ядро ${}_3\text{Li}^7$, захватывая протон, распадается на две α -частицы. Определить сумму кинетических энергий этих частиц. Кинетической энергией протона пренебречь.

1258. Какую минимальную энергию должна иметь α -частица для осуществления ядерной реакции:



1259. Вычислите величину энергии, выделяющейся при ядерной реакции



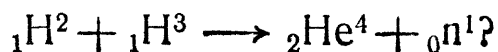
1260. При делении одного атома ${}_{92}\text{U}^{235}$ на два осколка выделяется около 200 *Мэв* энергии. Какому количеству энергии (в *квт·ч*) соответствует сжигание в ядерном реакторе 1 г ${}_{92}\text{U}^{235}$? Какое количество каменного угля выделяет такую же энергию?

1261. При сгорании ядерного топлива на атомной электростанции выделяется приблизительно 10^8 *кдж* энергии в час. Полезная мощность станции 5000 *квт*. Определить к. п. д. станции. Исходя из данных предыдущей задачи, вычислить расход ядерного горючего в сутки.

1262. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г ${}_{92}\text{U}^{235}$ и имеющей к. п. д. 25 %?

1263. Вычислите к. п. д. атомного ледокола «Ленин», если он развивает мощность 32 000 *квт* и потребляет в сутки около 200 г урана-235.

1264. Какая энергия выделяется при термоядерной реакции:



1265. Какая энергия (в *Мэв* и *квт · ч*) выделяется при полном синтезе 1 г дейтерия и трития?

1266. Фотон γ -лучей ($\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$ ммк) превратился в пару позитрон — электрон. Определить сумму кинетических энергий образовавшихся частиц.

1267. Поглощая фотон γ -лучей ($\lambda = 4,7 \cdot 10^{-4}$ ммк), дейтрон распадается на протон и нейтрон. Вычислить суммарную кинетическую энергию образовавшихся частиц.

ПОВТОРИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1268. Расстояние между двумя пунктами турист проплыл на моторной лодке по течению реки за 5 ч, а обратно — за 7 ч. Сколько времени понадобится ему для передвижения между теми же пунктами на плоту?

1269. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 2 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору?

1270. Расстояние s необходимо проехать на катере (туда и обратно) один раз по реке, скорость течения которой v_1 , другой раз по озеру. Скорость катера в стоячей воде v_2 . Доказать, что движение по реке занимает больше времени, чем по озеру.

1271. Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью v_1 , а вторую — со скоростью v_2 . Доказать графически, что средняя скорость на всем пути всегда меньше средней арифметической величины скоростей v_1 и v_2 , т. е. $v_{\text{ср}} < \frac{v_1 + v_2}{2}$, если $v_1 \neq v_2$.

1272. В течение какого времени автомобиль при начальной скорости 18 км/ч, двигаясь с ускорением 1 м/сек², проходит путь 100 м?

1273. Через 20 сек после выезда первого автомобиля вслед за ним выезжает второй, и оба движутся с ускорением 0,4 м/сек². Как изменяется с течением времени расстояние между ними и через сколько времени после отправления первого автомобиля расстояние между ними окажется равным 240 м?

1274. Мотоциклист ехал некоторое время с постоянной скоростью, а затем стал двигаться равноускоренно.

За первые 4 сек равноускоренного движения он проехал 24 м, а за следующие 4 сек — 64 м. Найти начальную скорость и ускорение мотоциклиста.

1275. Автомобиль проходит два соседних участка пути по 30 м за 4 и 6 сек. Найти среднее ускорение автомобиля и скорость его в начале первого участка пути.

1276. Стрела пущена из лука вертикально вверх со скоростью 40 м/сек. На какой высоте окажется она через 2 сек? через 4 сек? через 6 сек? через 8 и 10 сек?

1277. Уравнение пути $s = 2t + 6t^2$. Зная, что $v = \frac{ds}{dt}$ и $a = \frac{d^2s}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$, выведите уравнения скорости и ускорения.

1278. Уравнение скорости $v = 6t - t^2$. Постройте график скорости для значений $v > 0$, опишите движение, напишите уравнение для ускорения, построьте график ускорения.

1279. На рисунке 163 показан упрощенный график движения автобуса между двумя остановками. Считая

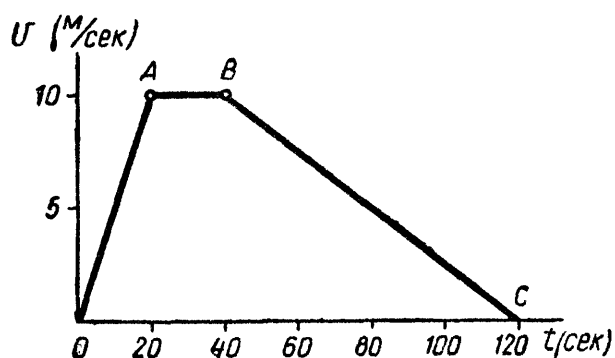


Рис. 163.

силу сопротивления постоянной и зная, что на участке, соответствующем отрезку BC графика, сила тяги равна нулю, найти силу тяги на участках, соответствующих отрезкам OA и AB. Масса автобуса 4 т.

1280. К концам нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены гири 3 и 4 кг. Какого веса груз надо добавить к одной из гирь, чтобы вся система пришла в движение с ускорением 4,2 м/сек²?

1281. На одной чашке весов стоит сосуд с водой, а на другой — штатив, к которому подвешено медное тело объемом 20 см³. Весы при этом находятся в равновесии. Если погрузить тело в воду, то равновесие нарушится. Какой груз надо положить на весы, чтобы восстановить равновесие?

1282. Электропоезд, двигаясь со скоростью 12 м/сек, начал движение под уклон, равный 0,008, при выключении

ченных двигателях. Какова будет скорость поезда в конце спуска, если коэффициент сопротивления 0,006, а длина уклона 1300 м?

1283. Железобетонную деталь весом 1200 кг поднимают краном при помощи четырех строп длиной по 1,5 м каждая, причем точки A, B, C, D расположены в вершинах квадрата со стороной 1,25 м (рис. 164). Найти силу натяжения каждой из строп.

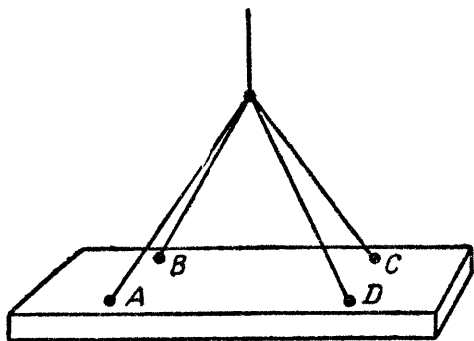


Рис. 164.

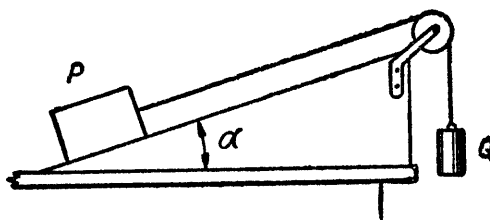


Рис. 165.

1284. С каким ускорением движется система грузов (рис. 165), если $P = 20$ кг, $Q = 18$ кг, $\alpha = 30^\circ$ и $k = 0,2$? Какова сила натяжения нити?

1285. Груз весом P перемещают равномерно по горизонтальной плоскости тросом, направленным под углом α к горизонту. Найти силу натяжения троса, если коэффициент трения равен k . Груз считать материальной точкой. Построить график зависимости силы натяжения троса от угла α (от 0 до 90°) для $P = 100$ н, $k = 0,3$. При каком угле наклона троса сила натяжения наименьшая?

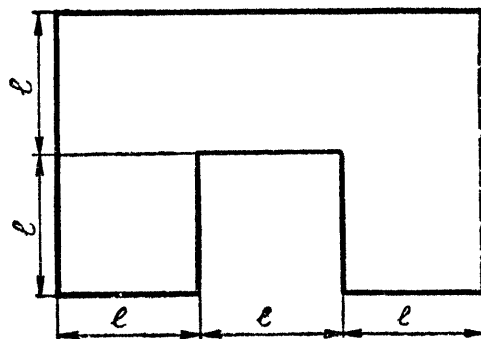


Рис. 166.

Указание. Для построения и исследования графика надо ввести вспомогательный угол φ , полагая $k = \operatorname{tg} \varphi$.

1286. Пользуясь только линейкой, найти построением положение центра тяжести однородной пластины, изображенной на рисунке 166.

1287. Найти положение центра тяжести однородных пластин, форма и размеры которых указаны на рисунках 167, 168.

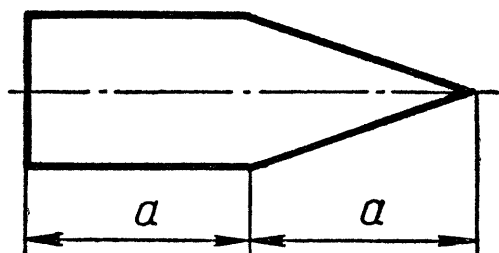


Рис. 167.

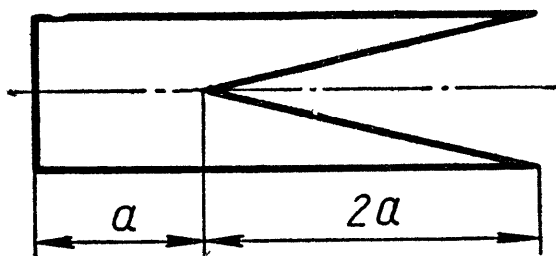


Рис. 168.

1288. Чтобы взять пробу грунта со дна океана, опускают на стальном тросе особый прибор. Какова предельная глубина погружения прибора, если предел прочности стали 35 кГ/мм^2 ? Удельный вес воды считать равным 1 Г/см^3 .

1289. Тренировочный парашют имеет 28 строп. Прочность каждой стропы на разрыв 125 кГ . Найти запас прочности, если вес парашютиста 100 кГ , а ускорение во время раскрытия парашюта не превышает 60 м/сек^2 .

1290. Какова начальная скорость и дальность полета спасательного круга, брошенного с моста горизонтально, если высота точки бросания над водой 5 м , а круг падает в воду под углом 45° к горизонту?

1291. При орошении поля дождевальная машина струя воды, имеющая наибольшую дальность, выбрасывается вверх под углом 30° к горизонту на высоте 1 м

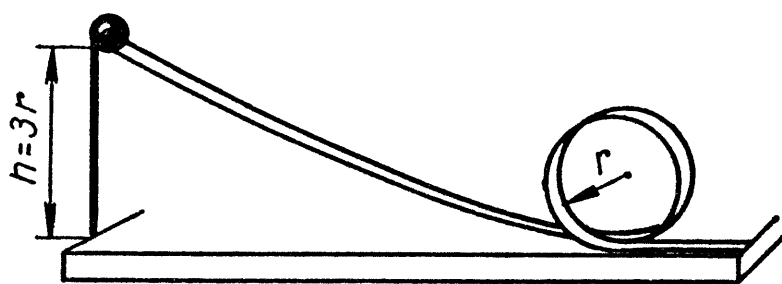


Рис. 169.

над поверхностью земли со скоростью 20 м/сек . Какова ширина орошаемой полосы по одну сторону от машины?

1292. В школьном опыте с «мертвой петлей» шарик весом P отпущен с высоты $h = 3r$, где r — радиус петли (рис. 169). С какой силой давит шарик в нижней и

верхней точках петли? Считать, что потенциальная энергия переходит только в кинетическую энергию поступательного движения шарика.

1293. Шарик весом P подвешен на нити, которую натянули горизонтально, а затем отпустили. Вывести зависимость силы натяжения нити от угла α , который образует в данный момент нить с горизонтальным направлением.

1294. На какой угол от вертикали отклоняется груз центробежного регулятора (рис. 170), если длина стержней K 15 см, а ось регулятора AB вращается с частотой 120 об/мин?

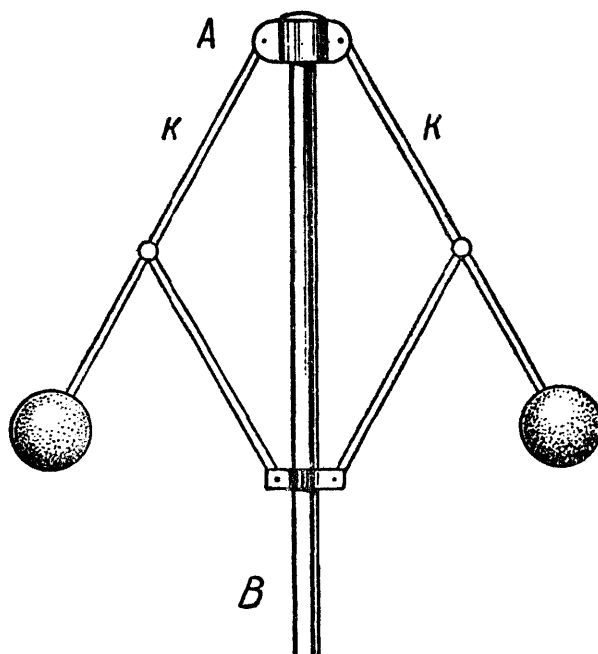


Рис. 170.

1295. Показать, что период T обращения искусственного спутника Земли по круговой орбите равен $T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{\gamma m}}$,

где m — масса Земли, r — расстояние спутника от ее центра, γ — гравитационная постоянная.

1296. Вычислить первую космическую скорость, если известно: масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг; радиус Земли $6,4 \cdot 10^6$ м. Расстоянием от тела до поверхности Земли пренебречь.

1297. Какова была средняя высота полета третьего советского искусственного спутника Земли, если его период обращения 105,95 мин (округлить до трех значащих цифр)?

1298. На какой высоте должен находиться искусственный спутник, чтобы он был в покое по отношению к какой-либо точке земного экватора?

1299. Доказать, что к.п.д. наклонной плоскости с углом наклона α при коэффициенте трения k равен $\eta = \frac{1}{1 + k \operatorname{ctg} \alpha}$. Как изменится величина к.п.д. при увеличении угла наклона?

1300. При выполнении лабораторной работы учащийся поднимал по доске с наклоном 30° к горизонту

деревянный брусок и получил к.п.д. равным 66%. Найти по этим данным коэффициент трения дерева по дереву.

1301. Количество движения тела равно $8 \text{ кг} \cdot \text{м/сек}$, а кинетическая энергия 16 Дж . Найти массу и скорость тела.

1302. Как распределяется при выстреле кинетическая энергия между вылетающей дробью (с пороховыми газами) и ружьем, если масса ружья в 100 раз больше массы заряда?

1303. Автомобиль «Волга» весом 1800 кГ трогается с места и идет в гору с подъемом $0,02$. На пути 100 м он развивает скорость $32,4 \text{ км/ч}$. Определить среднюю полезную мощность, развиваемую двигателем автомобиля на этом участке, если коэффициент сопротивления равен $0,005$.

1304. Автомобиль весом 4000 кГ подходит к горе высотой 12 м и длиной 180 м со скоростью 36 км/ч . Какую среднюю полезную мощность развивает автомобиль на подъеме, если его скорость на вершине горы $21,6 \text{ км/ч}$? Коэффициент трения $0,03$. Силу нормального давления считать равной весу автомобиля.

1305. При равномерном подъеме гранитной плиты в воде трос натягивается с силой 1600 кГ . С какой силой натянется трос, когда плита поднимется из воды в воздух?

1306. Чугунная статуэтка весит в воздухе 350 Г , а в воде 180 Г . Каков объем полости внутри статуэтки?

1307. Определить объем льдины, плавающей в море, если объем ее части, находящейся над поверхностью воды, 150 м^3 .

1308. Пароход с площадью поперечного сечения у ватерлинии 800 м^2 переходит из реки в море. Глубина его осадки изменяется при этом на 18 см . Каков вес парохода?

1309. Каков должен быть вес пробкового поплавка для удочки, чтобы под действием свинцового груза весом 2 Г он опустился бы в воду на три четверти своего объема?

1310. Тонкая однородная палочка укреплена шарнирно за верхний конец (рис. 171), нижний ее конец погружен в воду. Чтобы палочка была при этом в равновесии, она должна быть наполовину погружена в воду

и расположена наклонно к поверхности воды. Каков удельный вес материала, из которого сделана палочка?

1311. Найти отношение периодов колебаний тела P для случаев, изображенных на рисунке 172, если пружины A и B совершенно одинаковы.

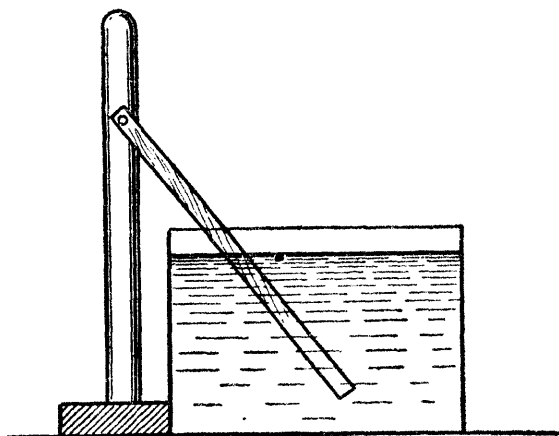


Рис. 171.

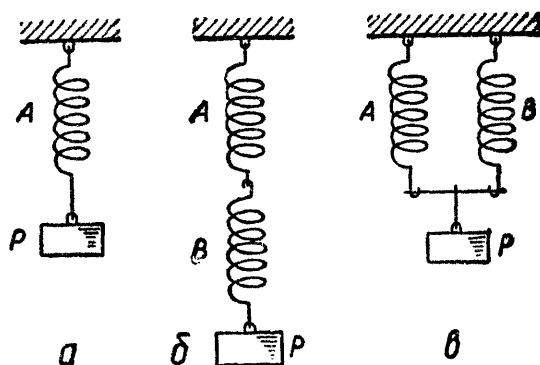


Рис. 172.

1312. Написать уравнение результирующего колебания, если уравнения составляющих колебаний $x_1 = A \sin \omega t$ и $x_2 = A \cos \omega t$.

Какова величина амплитуды сложного колебания?

1313. Составляющие гармонические колебания имеют одинаковые частоты и амплитуды 5 и 4 см, причем второе колебание опережает первое по фазе на угол $\pi/2$. Написать уравнение результирующего колебания.

1314. Какова траектория результирующего движения, полученного при сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний, заданных уравнениями: 1) $x = \sin \omega t$ и $y = \cos \omega t$? 2) $x_1 = \sin \omega t$ и $y_1 = 2 \sin \omega t$?

1315. Конец зажатой в тисках стальной пилки колеблется с частотой 20 гц и амплитудой 3 см. Написать уравнение смещения. Зная, что $v = \frac{dx}{dt}$ и $a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$, написать уравнение скорости и ускорения и вычислить их максимальные значения.

1316. Будет ли гореть спичка при свободном полете космического корабля, если относительно корабля спичка покоится.

1317. Чтобы повысить температуру 6 л воды, взятой при 10°C , добавили к ней один раз 2 л воды при 80°C , а другой раз 4 л воды при 40°C . В каком случае полу-

ченная смесь имела более высокую температуру? Проверьте ваш ответ вычислением.

1318. Тело, нагретое до 100°C , опустили в воду, при этом температура воды повысилась с 20 до 30°C . Какова будет температура воды, если в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое тоже до 100°C , предварительно вынув первое тело? оставив первое тело в воде?

1319. Смесь из свинцовых и алюминиевых опилок общей массой 150 г и температурой 100°C погружена в калориметр с водой, температура которой 15°C и масса 230 г . Окончательная температура в калориметре установилась 20°C . Теплоемкость калориметра 420 Дж/град . Сколько свинца и алюминия было в смеси?

1320. Для нагревания на керогазе алюминиевого чайника массой 600 г , наполненного водой, от 20°C до кипения требуется 19 мин . Для нагревания на то же число градусов этого чайника, заполненного водой наполовину, требуется 10 мин . Определить расход керосина в минуту, считая, что к.п.д. нагревателя в обоих случаях 40% .

1321. На сколько возрастет внутренняя энергия 2 кг олова, взятого при 12°C , при плавлении?

1322. В сосуде находится 300 г воды и 200 г льда при 0°C . Какое количество водяного пара при 100°C надо впустить в воду, чтобы лед растаял и полученная вода нагрелась до 15°C ? Теплоемкость сосуда 400 Дж/град .

1323. В сосуде находится $0,5\text{ л}$ воды и 250 г льда при 0°C . Какая температура установится после впуска в воду 100 г водяного пара при 100°C ? Теплоемкость сосуда 600 Дж/град .

1324. Молотком массой 1 кг ударяют 10 раз по куску свинца массой 100 г . Скорость молотка при ударе 3 м/сек . На сколько градусов нагреется свинец, если 50% выделившейся при ударе теплоты идет на его нагревание?

1325. Железный осколок, падая с высоты 500 м , у поверхности Земли развивает скорость 50 м/сек . На сколько градусов нагреется осколок, если вся работа по преодолению сопротивления воздуха пойдет на нагревание осколка?

1326. Для определения скорости пули массой m малокалиберной винтовки был произведен выстрел в ящик с песком массой M , подвешенный на длинных веревках.

В результате этого ящик отклонился, поднявшись на высоту h . Найти скорость пули.

1327. С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие расплавиться? Считать, что 80% кинетической энергии превратилось во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127°C .

1328. На электроплитку мощностью 600 вт с к. п. д. 80% поставили чайник с 2 л воды. Сколько времени находился чайник на плитке, если вода нагрелась от 15 до 100°C , а 100 г ее обратилось в пар? Теплоемкость чайника 500 дж/град.

1329. Какой длины надо было бы взять трубку, запаянную с одного конца (рис. 173), чтобы при погружении ее открытым концом в ртуть до совпадения запаянного конца с уровнем ртути объем содержащегося в ней воздуха уменьшился вдвое? Атмосферное давление 76 см рт. ст.

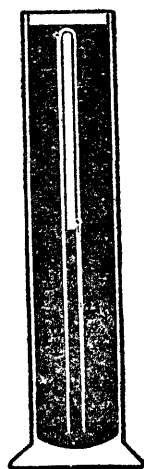


Рис. 173.

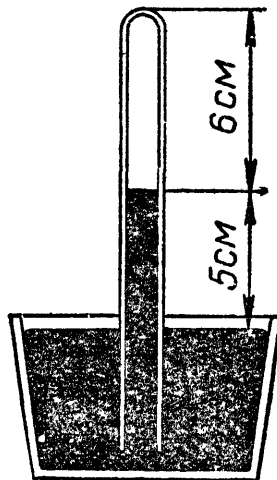


Рис. 174.

1330. При атмосферном давлении 78 см рт. ст. ртуть в трубке занимает положение, показанное на рисунке 174. На сколько опустится ртуть в трубке, если давление упадет до 74 см рт. ст.?

1331. Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части скользящим поршнем. При застопоренном поршне обе половины заполнены газом, причем в одной из них давление газа в n раз больше, чем в другой. На сколько передвинется поршень, если снять стопор. Температуру считать неизменной. Весом поршня и трением пренебречь.

1332. Каким был бы коэффициент расширения идеального газа, если бы за начальный объем газа принимали объем его не при 0, а при 100°C .

1333. Объем горючей смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания при сжатии уменьшается в 6 раз, а давление при этом возрастает в 10 раз. До какой температуры нагревается смесь, если первоначальная ее температура 27°C ?

1334. Два одинаковых стеклянных шара A и B (рис. 175) соединены трубкой. При 0°C капелька ртути K находится посредине трубки. Объем воздуха в каждом шаре и части трубки до капельки ртути 200 см^3 . На сколько сантиметров передвинется капелька, если один шар нагреть на 2 град , а другой охладить на столько же? Площадь поперечного сечения трубки 10 мм^2 . Расширение стенок шаров не учитывать.

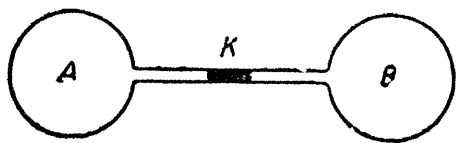


Рис. 175.

1335. При заполнении двух сообщающихся капиллярных трубок разного диаметра водой

разность уровней воды оказалась равной $2,6\text{ см}$, а при заполнении спиртом 1 см . Зная коэффициент поверхностного натяжения воды, найти коэффициент поверхностного натяжения спирта. Температура 20°C .

1336. Поезд массой 2000 т в начале подъема длиной 4 км и высотой 20 м имел скорость 72 км/ч , а в конце — 54 км/ч . Сколько дизельного топлива израсходовано на этом участке двигателем тепловоза, если его к.п.д. равен 25% , а коэффициент сопротивления $0,005$?

1337. Автомобиль массой 4 т проходит путь 1 км вверх по уклону $0,02$ при коэффициенте сопротивления $0,03$. На сколько меньше бензина будет израсходовано двигателем тепловоза при прохождении этого же участка в обратном направлении? К.п.д. двигателя 20% .

1338. Три одинаковых заряда по $2 \cdot 10^{-7}\text{ к}$ расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд надо поместить в центре этого треугольника, чтобы результирующая сила, действующая на каждый заряд, была равна нулю?

1339. Расстояние между зарядами $3 \cdot 10^{-7}$ и $2 \cdot 10^{-7}\text{ к}$ равно $0,5\text{ м}$. Определить напряженность и потенциал поля в точке, удаленной на $0,4\text{ м}$ от первого заряда и на $0,3\text{ м}$ от второго.

1340. Между двумя горизонтально расположенными пластинами, разность потенциалов между которыми равна 300 в , в состоянии равновесия находится отрицательно заряженная капля масла радиусом 5 мк . Расстояние между пластинами 12 мм . Плотность масла 780 кг/м^3 . Сколько избыточных электронов содержит она? С каким ускорением и в какую сторону станет перес-

мещаться капля, если потеряет 100 электронов? Сопротивление воздуха не учитывать.

1341. В пространство между двумя горизонтально расположенными пластинами конденсатора длиной x , находящихся на расстоянии d одна от другой, влетел электрон, скорость которого v направлена перпендикулярно линиям поля. Вертикальное смещение электрона при вылете из конденсатора оказалось равным y . Какая

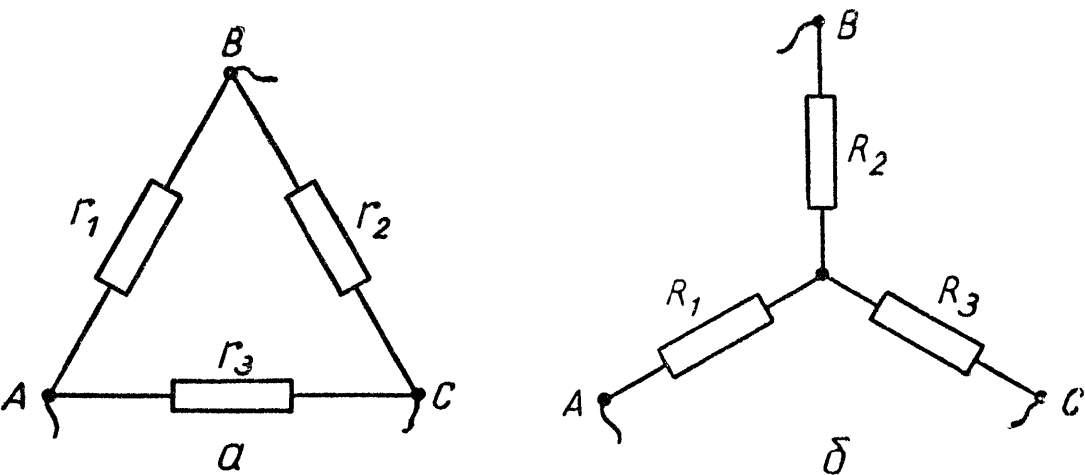


Рис. 176.

разность потенциалов U была приложена к пластинам? По какой кривой двигался электрон? Написать ее уравнение. В каких приборах наблюдается такое движение электронов?

1342. Три сопротивления r_1, r_2, r_3 соединены так, как показано на рисунке 176, а. Требуется заменить их такими тремя сопротивлениями R_1, R_2 и R_3 , чтобы при включении их в цепь по схеме, изображенной на рисунке 176, б, сопротивление цепи оставалось прежнее. Вычислить R_1, R_2 и R_3 , если $r_1 = 1\text{ ом}$, $r_2 = 3\text{ ом}$, $r_3 = 6\text{ ом}$.

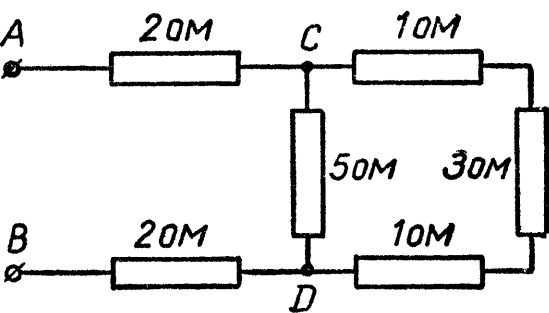


Рис. 177.

1343. Определить сопротивление цепи, схема которой изображена на рисунке 177.

1344. Какой ток покажет амперметр (рис. 178), если напряжение на внешнем участке замкнутой цепи равно

2,1 в, $R_1 = 5 \text{ ом}$, $R_2 = 6 \text{ ом}$, $R_3 = 3 \text{ ом}$. Сопротивлением амперметра пренебречь.

1345. На рисунках 179, 180 изображены электрические схемы. Найти мощность тока на участке цепи с сопротивлением R_1 (рис. 179) и R_3 (рис. 180).

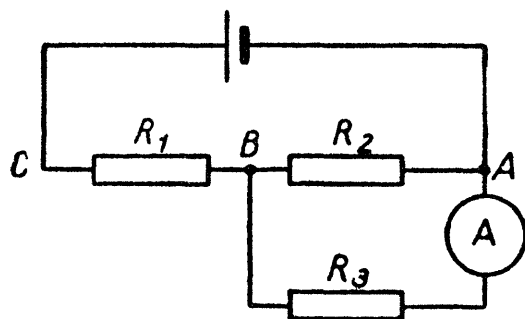


Рис. 178.

1346. Батарея свинцовых аккумуляторов с э. д. с. 4,2 в и внутренним сопротивлением 0,02 ом по ошибке оказалась включенной параллельно с аккумулятором, э. д. с. которого 2,1 в, внутреннее сопротивление 0,01 ом.

Максимальные зарядный и разрядный токи этих аккумуляторов соответственно равны 3 и 6 а. Покажите вычислением недопустимость такого соединения.

1347. Термопара хромель — алюмель с внутренним сопротивлением 0,5 ом подключена к гальванометру с сопротивлением 20 ом и чувствительностью 0,5 ма на

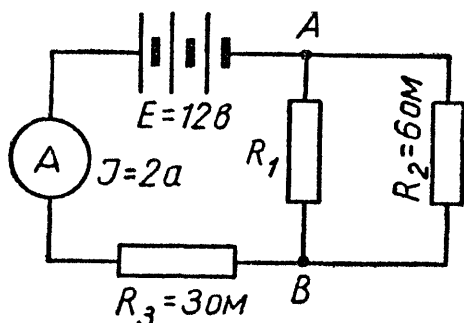


Рис. 179.

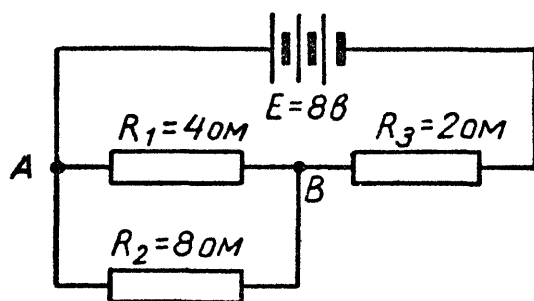


Рис. 180.

каждое деление шкалы. На сколько делений отклонится стрелка гальванометра при нагревании термопары на 600 град?

1348. Начертите график зависимости мощности тока во внешней части цепи от ее сопротивления для батареи, э. д. с. которой 12 в и внутреннее сопротивление 3 ом.

1349. Как изменилась бы работа телефонных трубок, если бы вместо постоянных магнитов в качестве сердечников электромагнитов поставили «мягкое» железо?

1350. Радиолокатор работает на волне длиной 20 см и дает 5000 импульсов в секунду, причем длительность каждого импульса 2 мксек. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе?

ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Важнейшие постоянные

Постоянная тяготения	$6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{сек}^2 = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{сек}^2$
Число молекул в 1 граммолекуле (число Авогадро)	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Число молекул в 1 см ³ газа при нормальных условиях (число Лошмидта)	$2,69 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$
Число Фарадея	$96\,500 \text{ к/г} \cdot \text{эков}$
Заряд электрона	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ к}$
Масса электрона (покоящегося)	$9,1 \cdot 10^{-28} \text{ г} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Постоянная Планка	$6,62 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ дж} \cdot \text{сек}$

ПЛОТНОСТИ ВЕЩЕСТВ

(10³ кг/м³)

(Твердые тела)

(при температуре 15—20 °С)

Алмаз	3,5	Мрамор	2,7
Алюминий	2,7	Никель	8,9
Береза (сухая)	0,7	Олово	7,3
Бетон	2,2	Парафин	0,9
Вольфрам	19,3	Платина	21,5
Гранит	2,6	Пробка	0,2
Дуб (сухой)	0,8	Свинец	11,3
Ель (сухая)	0,6	Серебро	10,5
Железо	7,9	Сосна (сухая)	0,5
Золото	19,3	Сталь	7,8
Кирпич	1,8	Стекло	2,6
Латунь	8,5	Фарфор	2,3
Лед	0,9	Цинк	7,1
Медь	8,9	Чугун	7,0

Жидкости
(при 15—20° С)

Бензин	0,70	Керосин	0,80
Вода (4° С)	1,00	Нефть	0,80
Вода морская	1,03	Ртуть	13,60
Глицерин	1,26	Спирт	0,79
Дизельное топливо	0,80		

Газы
(при 0° С и давлении 760 мм рт. ст.)

Азот	0,00125	Водород	0,00009
Аммиак	0,00077	Гелий	0,00018
Аргон	0,00178	Кислород	0,00143
Ацетилен	0,00117	Углекислый газ	0,00198
Воздух	0,00129	Хлор	0,00321

Удельные теплоемкости веществ
(кдж/кг · град)

Алюминий	0,88	Железо	0,46
Вода	4,19	Керосин	2,1
Кирпич	0,75	Свинец	0,13
Латунь	0,38	Серебро	0,21
Лед	2,1	Сталь	0,46
Медь	0,38	Стекло	0,83
Олово	0,23	Цинк	0,38
Ртуть	0,13	Чугун	0,54

Удельные теплоемкости газов при постоянном давлении

(кдж/кг · град)

Азот	1,0	Гелий	5,2
Водород	14	Кислород	0,92
Воздух	1,0		

Теплота сгорания топлива
(10⁷ дж/кг)

Бензин	4,6	Нефть	4,6
Дерево	1,0	Порох	3,8
Дизельное топливо	4,2	Спирт	2,9
Древесный уголь	3,3	Торф	1,5
Каменный уголь	2,9	Условное топливо	2,9
Керосин	4,6		

Коэффициенты линейного расширения твердых тел

(град⁻¹)

Алюминий	0,000026	Вольфрам	0,0000045
Бетон	0,000012	Железо	0,000012
Инвар	0,0000005	Сталь	0,000012
Латунь	0,000019	Стекло	0,000009
Медь	0,000017	Цемент	0,000014
Платина	0,000009	Цинк	0,000026
Свинец	0,000029	Чугун	0,000010
Серебро	0,000019		

Коэффициенты объемного расширения жидкостей

(град⁻¹)

Вода (при 20° С) .	0,00015	Нефть	0,0010
Глицерин	0,00051	Ртуть	0,00018
Керосин	0,0010	Спирт	0,0011

Коэффициенты поверхностного натяжения жидкостей при 20 °С

(н/м)

Вода	0,072	Ртуть	0,470
Глицерин	0,064	Спирт	0,021
Керосин	0,024	Эфир	0,017
Мыльный раствор	0,040		

Модули упругости

(кг/мм²)

Алюминий	7 000	Медь	12 000
Дерево (вдоль волокон)	1 000—1 200	Свинец	1 700
Железо	21 000	Сталь	21 000
Латунь	9 000	Чугун	10 000

Шкала определения твердости по методу Мооса

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Тальк | 6. Полевой шпат |
| 2. Гипс | 7. Кварц |
| 3. Известковый шпат | 8. Топаз |
| 4. Плавленый шпат | 9. Корунд |
| 5. Апатит | 10. Алмаз |

Температуры плавления и отвердевания веществ (при нормальном давлении)

(°С)

Алюминий	660	Платина	1764
Вода	0	Ртуть	—39
Морская вода	—2,5	Свинец	327
Вольфрам	3380	Серебро	960
Железо	1535	Спирт	—117
Медь	1083	Цинк	420
Нафталин	80	Эфир	—116
Олово	232		

Удельная теплота плавления веществ

(10^5 дж/кг)

Алюминий	3,8	Ртуть	0,12
Железо	2,7	Свинец	0,25
Лед	3,3	Цинк	1,2
Медь	1,8	Чугун серый . . .	1,0
Олово	0,59		

Температуры кипения веществ

(при нормальном давлении)

(°C)

Азот жидкий . . .	—196	Медь	2582
Алюминий	2330	Олово	2337
Вода	100	Ртуть	357
Водород жидкий . .	—253	Свинец	1750
Воздух жидкий . .	—193	Спирт	78
Гелий жидкий . . .	—269	Цинк	907
Железо	3050	Эфир	35
Кислород жидкий .	—183		

Удельная теплота парообразования веществ

(10^5 дж/кг)

Вода (100° C) . . .	23	Спирт (78° C) . . .	8,5
Ртуть (357° C) . . .	2,9	Эфир (35° C) . . .	3,5

Давление насыщающих водных паров (мм рт. ст.) и количество их в 1 м³ (г)

Темпера- тура	Давление	Масса	Темпера- тура	Давление	Масса
—10	1,95	2,14	11	9,8	10,0
—9	2,13	2,33	12	10,5	10,7
—8	2,32	2,54	13	11,2	11,4
—7	2,53	2,76	14	12,0	12,1
—6	2,76	2,99	15	12,8	12,8
—5	3,01	3,24	16	13,6	13,6
—4	3,28	3,51	17	14,5	14,5
—3	3,57	3,81	18	15,5	15,4
—2	3,88	4,13	19	16,5	16,3
—1	4,22	4,47	20	17,5	17,3
0	4,58	4,84	21	18,7	18,3
1	4,9	5,2	22	19,8	19,4
2	5,3	5,6	23	21,1	20,6
3	5,7	6,0	24	22,4	21,8
4	6,1	6,4	25	23,8	23,0
5	6,6	6,8	26	25,2	24,4
6	7,0	7,3	27	26,7	25,8
7	7,5	7,8	28	28,4	27,2
8	8,0	8,3	29	30,0	28,7
9	8,6	8,8	30	31,8	30,3
10	9,2	9,4			

**Критические температуры (°С) и давления (атм)
некоторых веществ**

Вещество	<i>t</i> °	<i>p</i>	Вещество	<i>t</i> °	<i>p</i>
Азот	—147,0	33,5	Кислород	—118,4	50,1
Аммиак	132,4	111,5	Метан	—82,1	45,6
Вода	474,2	218,3	Окись азота	—92,9	64,6
Водород	—239,9	12,8	Окись углерода	—140,0	34,5
Воздух	—140,7	37,2			

**Психрометрическая таблица
(%)**

Показание сухого термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
	Относительная влажность										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	90	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Диэлектрические проницаемости веществ

Вакуум	1	Парафин	2,1
Воздух	1	Слюда	6
Вода	81	Стекло	7
Керосин	2,1	Эбонит	4,3
Масло	2,5		

Электрические прочности диэлектриков

(в/мм)

Парафин	2 500	Воздух	3 000
Эбонит	3 000	Стекло	30 000
Масло трансформаторное	10 000	Слюда	180 000

Электрохимические эквиваленты

(мг/к)

Серебро	1,118	Цинк	0,34
Медь	0,33	Водород	0,00144
Алюминий	0,093	Кислород	0,0829
Никель	0,30	Хром	0,18

Удельные сопротивления

(ом · мм²/м)

Алюминий	0,028	Нихром	1,1
Железо	0,098	Константан	0,48
Сталь	0,12	Фехраль	1,2
Медь	0,017	Уголь	40
Серебро	0,016	10% раствор H ₂ SO ₄ . . .	26 000
Никелин	0,42	10% раствор CuSO ₄ . . .	313 000
Манганин	0,45	10% раствор NaCl . . .	83 000

Температурные коэффициенты сопротивления

(град⁻¹)

Медь	0,004	Никелин	0,0001
Алюминий	0,004	Нихром	0,0001
Сталь	0,006	Константан	0,00002
Вольфрам	0,005	Манганин	0,00003

Электродвижущие силы термопар

(в/град)

Висмут — сурьма	0,00011
Константан — железо	0,000052
Медь — константан	0,00001
Медь — железо	0,000043
Хромель — алюмель	0,00041
Хромель — копель	0,00062

Показатели преломления
(для красного света относительно воздуха)

Алмаз	2,42	Сероуглерод	1,63
Вода	1,33	Стекло (легкий крон) .	1,57
Каменная соль	1,54	Стекло (тяжелый флинт)	1,80

Массы некоторых частиц
(а. е. м)

Частица	Масса частицы
Электрон	0,00055
Протон	1,00757
Нейтрон	1,00893
Дейтрон	2,01418
α -частица	4,00280

Массы некоторых изотопов *
(а. е. м)

Изотоп	Масса нейтрального атома
${}^1_1\text{H}^1$ Водород	1,00812
${}^2_1\text{H}^2$ Дейтерий	2,01471
${}^3_1\text{H}^3$ Тритий	3,01700
${}^3_2\text{He}^3$ Гелий	3,01698
${}^4_2\text{He}^4$ Гелий	4,00390
${}^6_3\text{Li}^6$ Литий	6,01697
${}^7_3\text{Li}^7$ Литий	7,01822
${}^9_4\text{Be}^9$ Бериллий	9,01503
${}^{10}_5\text{B}^{10}$ Бор	10,01618
${}^{12}_6\text{C}^{12}$ Углерод	12,00382
${}^{13}_6\text{C}^{13}$ Углерод	13,00988
${}^{14}_7\text{N}^{14}$ Азот	14,00751
${}^{15}_7\text{N}^{15}$ Азот	15,00486
${}^{16}_8\text{O}^{16}$ Кислород	16,00450

* Для нахождения массы ядра необходимо вычесть суммарную массу электронов.

29. Степени, корни, длины окружностей и площади кругов

n	n^2	$\sqrt{n}$	$L = \pi n$	$C = \frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1,000	3,14	0,785
2	4	1,414	6,28	3,142
3	9	1,732	9,42	7,079
4	16	2,000	12,57	12,566
5	25	2,236	15,71	19,635
6	36	2,449	18,85	28,274
7	49	2,646	21,99	38,484
8	64	2,828	25,13	50,265
9	81	3,000	28,27	63,617
10	100	3,162	31,42	78,540
11	121	3,317	34,56	95,033
12	144	3,464	37,70	113,10
13	169	3,606	40,84	132,73
14	196	3,742	43,98	153,94
15	225	3,873	47,12	176,72
16	256	4,000	50,26	201,06
17	289	4,123	53,41	226,98
18	324	4,243	56,55	254,47
19	361	4,359	59,69	283,53
20	400	4,472	62,83	314,16
21	441	4,583	65,97	346,36
22	484	4,690	69,12	380,13
23	529	4,796	72,26	415,48
24	576	4,899	75,40	452,39
25	625	5,000	78,54	490,87
26	676	5,099	81,68	530,93
27	729	5,196	84,82	572,55
28	784	5,292	87,96	615,75
29	841	5,385	91,11	660,52
30	900	5,477	94,25	706,86
31	961	5,568	97,39	754,77
32	1 024	5,657	100,5	804,25
33	1 089	5,745	103,7	855,30
34	1 156	5,831	106,8	907,92
35	1 225	5,916	110,0	962,1
36	1 296	6,000	113,1	1 017,9
37	1 369	6,083	116,2	1 075,2
38	1 444	6,164	119,4	1 134,1
39	1 521	6,245	122,5	1 194,6
40	1 600	6,325	125,1	1 256,6
41	1 681	6,403	128,8	1 320,2
42	1 764	6,481	131,9	1 385,4
43	1 849	6,557	135,1	1 452,2
44	1 936	6,633	138,2	1 520,5
45	2 025	6,708	141,4	1 590,4
46	2 116	6,782	144,5	1 661,9

n	n^2	$\sqrt{n}$	$L = \pi n$	$C = \frac{\pi n^2}{4}$
47	2 209	6,856	147,7	1 734,9
48	2 304	6,928	150,8	1 809,6
49	2 401	7,000	153,9	1 885,7
50	2 500	7,071	157,1	1 963,5
51	2 601	7,141	160,2	2 042,8
52	2 704	7,211	163,4	2 123,7
53	2 809	7,280	166,4	2 206,2
54	2 916	7,348	169,6	2 290,2
55	3 025	7,416	172,8	2 375,8
56	3 136	7,483	175,9	2 463,0
57	3 249	7,550	179,1	2 551,8
58	3 364	7,616	182,2	2 642,1
59	3 481	7,681	185,4	2 734,0
60	3 600	7,746	188,5	2 827,4
61	3 721	7,810	191,6	2 922,5
62	3 844	7,874	194,8	3 019,2
63	3 969	7,937	197,9	3 113,7
64	4 096	8,000	201,1	3 217,0
65	4 225	8,062	204,2	3 318,3
66	4 356	8,124	207,3	3 421,1
67	4 489	8,185	210,5	3 512,6
68	4 624	8,246	213,6	3 631,7
69	4 761	8,307	216,8	3 739,3
70	4 900	8,367	219,9	3 848,4
71	5 041	8,426	223,1	3 059,2
72	5 184	8,485	226,2	4 071,5
73	5 329	8,544	229,3	4 185,4
74	5 476	8,602	232,5	4 300,8
75	5 625	8,660	235,6	4 417,9
76	5 776	8,718	238,8	4 536,5
77	5 929	8,775	241,9	4 656,6
78	6 084	8,832	245,0	4 778,4
79	6 241	8,888	248,2	4 901,7
80	6 400	8,944	251,3	5 026,6
81	6 561	9,000	254,5	5 153,0
82	6 724	9,055	257,6	5 281,0
83	6 889	9,110	260,8	5 410,6
84	7 056	9,165	263,9	5 541,8
85	7 225	9,220	267,0	5 674,5
86	7 396	9,274	270,2	5 808,8
87	7 569	9,327	273,3	5 944,7
88	7 744	9,381	276,5	6 082,1
89	7 921	9,434	279,6	6 221,1
90	8 100	9,487	282,7	6 361,7
91	8 281	9,539	285,9	6 503,9
92	8 464	9,592	289,0	6 647,6

n	n^2	$\sqrt{n}$	$L = \pi n$	$C = \frac{\pi n^2}{4}$
93	8 649	9,644	292,2	6 792,9
94	8 836	9,695	295,3	6 939,8
95	9 025	9,747	298,5	7 088,2
96	9 216	9,798	301,6	7 238,2
97	9 409	9,849	304,7	7 389,8
98	9 604	9,899	307,9	7 543,0
99	9 801	9,950	311,0	7 697,7
100	10 000	10,000	314,2	7 854,0

Таблица значений синусов и тангенсов для углов 0—90°

Гра- дусы	Синусы	Тан- генсы	Гра- дусы	Синусы	Тан- генсы	Гра- дусы	Синусы	Тан- генсы
0	0,0000	0,0000	30	0,5000	0,5774	60	0,8660	1,732
1	0,0175	0,0175	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
2	0,0349	0,0349	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
3	0,0523	0,0524	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
4	0,0698	0,0699	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
5	0,0872	0,0875	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
6	0,1045	0,1051	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
7	0,1219	0,1228	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
8	0,1392	0,1405	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
9	0,1564	0,1584	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
10	0,1736	0,1763	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
11	0,1908	0,1944	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
12	0,2079	0,2126	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
13	0,2250	0,2309	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
14	0,2419	0,2493	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
15	0,2588	0,2679	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,732
16	0,2756	0,2867	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
17	0,2924	0,3057	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
18	0,3090	0,3249	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
19	0,3256	0,3443	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
20	0,3420	0,3640	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
21	0,3584	0,3839	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
22	0,3746	0,4040	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
23	0,3907	0,4245	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,144
24	0,4067	0,4452	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
25	0,4226	0,4663	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
26	0,4384	0,4877	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
27	0,4540	0,5095	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
28	0,4695	0,5317	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
29	0,4848	0,5543	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
30	0,5000	0,5474	60	0,8660	1,732	90	1,0000	∞

ОТВЕТЫ

Часть первая. Механика*

- | | |
|---|---|
| 1. 28 м/сек. | 41. 20 м. |
| 2. 30 сек. | 42. 0,25 м/сек ² . |
| 3. 5 м/сек; 0. | 43. 1 м/сек ² ; 1,6 м/сек ² . |
| 4. 9 сек. | 44. 0,1 сек; 0,4 м/сек. |
| 5. 1 ч. | 45. 1 : 2. |
| 6. 17,5 км/ч; 2,5 км/ч. | 46. 40 м. |
| 7. 52 мин; 33 мин. | 47. 9 сек. |
| 8. 3,6 мин. | 48. 100 м. |
| 9. 450 м. | 49. 300 м/сек; 75 000 м/сек ² . |
| 10. 17 см/мин. | 50. 45 км/ч; 10%. |
| 11. 36 м/мин. | 51. — 25 м/сек ² . |
| 12. 88 км/ч; 24°. | 52. — 5 м/сек ² ; 40 м. |
| 13. 100 м. | 53. 1,2 м/сек ² . |
| 14. 0,5 см/мин. | 54. 4 км. |
| 15. 0,9 м/сек; 1,6 м/сек | 55. 40 м. |
| 16. 14,4 сек. | 56. 2 м/сек. |
| 17. 8,7 м/сек. | 57. 1,1 м/сек ² ; 78 км/ч. |
| 18. 23 км/ч. | 58. 90 м. |
| 19. 71°. | 59. 15 м/сек; 0,8 м/сек ² ;
27 м/сек. |
| 21. 0,33 м/сек ² . | 60. 20 м/сек; — 1,2 м/сек ² ;
17 сек. |
| 22. 0,5 м/сек ² . | 61. 0,2 м/сек ² ; 15 м/сек. |
| 24. — 50 м/сек ² | 62. 40 км/ч; около 70 м. |
| 29. 1,2 сек. | 63. 300 м/сек. |
| 30. 0,05 сек. | 64. В $\sqrt{2}$ раза. |
| 31. 9 м/сек. | 65. В 3 раза; в $\sqrt{3}$ раз. |
| 32. 2 мин. | 66. — 27 м/сек ² . |
| 33. 30 м/сек. | 67. 15 м/сек. |
| 34. — 0,5 м/сек ² . | 68. 54 м. |
| 35. 1 мин. | 69. 0,25 м/сек ² . |
| 36. 0; 2,5 м/сек; 5 м/сек;
1,25 м/сек ² . | 70. 130 см. |
| 37. 33 сек. | 71. 8 м/сек; 4 м/сек. |
| 40. 30 см/сек; 20 см/сек;
10 см/сек. | 72. 4,1 м/сек. |

* Все ответы даны приближенно, с точностью до двух-трех значащих цифр.

73. 58 км/ч.
 74. 0,045 сек; 0,45 сек.
 75. 3,2 сек; 32 м/сек.
 76. 1,5 м.
 77. 20 м/сек; 40 м/сек.
 78. 35 м.
 79. 25 м.
 80. 1 : 2; 1 : 2.
 81. На Луне в $\sqrt{6}$ раз меньше.
 82. На Луне в 6 раз больше.
 84. 15 м/сек; 1 сек.
 85. 80 м; 8 сек.
 86. В $\frac{4}{3}$ раза.
 87. 40 м; 10 м/сек.
 88. 7,1 м/сек; 8,9 м/сек; 1,6 сек.
 89. 5 сек.
 96. 70 кГ.
 98. Нет.
 102. Ускорение первого тела больше в 8 раз.
 107. 1,5 м/сек².
 108. 300 кН.
 109. 1050 кГ.
 110. 6 м/сек; 60 м.
 111. 420 н.
 112. 23 кН.
 113. 34 см.
 114. 40 сек.
 116. 32 кГ.
 117. 57 м/сек².
 118. 2800 кГ.
 125. 580 кГ.
 126. 0,18 м/сек².
 127. 2500 кГ.
 128. 8000 кГ.
 129. 0,003.
 131. 350 кГ.
 132. 78 кГ; 60 кГ; 42 кГ.
 133. 80 см.
 134. 9,6 м/сек².
 135. 2 м/сек²; 2,4 н.
 136. 6 н; 0,2.
 137. 1,3 м/сек²; 4,3 н.
 138. 2,5 сек.
 139. 0,6; 0,4; 0,2; 0,15; 0,6; 0,4; 0,2; 0,15; не зависит.
 140. Нарушил.
 141. 0,6 м/сек².
 142. 0,2.
 143. Нет.
 150. Не нарушится.
 152. Не будет.
 153. 10^5 кг · м/сек;
 $1,4 \cdot 10^5$ кг · м/сек;
 $3,9 \cdot 10^5$ кг · м/сек.
 154. 45 км/ч.
 155. 0,5 м/сек.
 156. 200 м/сек.
 157. 0,77 м/сек; 0,75 м.
 158. 4 : 1.
 159. 0,3 м/сек.
 160. 0,2 м/сек.
 161. Уменьшилась на 0,18 м/сек.
 162. 5,7 м/сек.
 163. $v_1 + \frac{m_1}{m_2} (v - v_1)$.
 165. 30 н.
 166. 400 кГ.
 167. 10 кГ.
 168. 50 кГ.
 169. 11,2 кН; 27° к горизонту.
 170. 116 кГ.
 172. 0,3 кГ; 0,4 кГ.
 173. 10 кГ; 17,3 кГ.
 174. 9,4 кН; 3,4 кН.
 175. 4,6 кН.
 176. 1,16 кГ; 0,58 кГ.
 177. 15 кГ; 25 кГ.
 178. 104 кГ; 52 кГ.
 179. 90 кГ; 89 кГ.
 180. 2000 кГ; 1600 кГ.
 181. 4000 кГ; 5300 кГ.
 182. В случае а сила больше.
 184. В части С; одинакова; в частях А и В.
 185. Нет. Сила увеличивается.
 187. 33 кГ.
 188. 192 кГ.
 189. 1000 н; 2400 н.
 190. Больше 20 кГ.
 191. Будет скользить.
 192. 230 кГ.
 193. 156 кГ.
 194. 0,31.
 195. $2,5 \cdot 10^6$ кГ.
 196. 22°.
 197. 35°.
 198. Больше 0,58
 199. 150 н.
 200. 45 кГ.
 201. 400 кГ; 500 кГ.
 202. 20 кГ.
 203. 125 кГ; 187,5 кГ
 204. 600 кГ.
 205. 36 см.

206. 17 кГ.
 207. 1350 кГ; 1950 кГ.
 208. 13 кГ; 17 кГ.
 209. 1 кГ (сила направлена вверх); 36 кГ.
 219. 6,4 кГ/мм².
 220. Уменьшится в 2 раза.
 221. Уменьшится в 4 раза; уменьшится в 2 раза.
 222. В 1,8 раза.
 223. 20 000 кГ/мм².
 224. 12 кГ.
 225. 0,69 мм².
 227. 0,25 см².
 228. 2,8 мм.
 229. 53.
 231. Материал круглой колбы испытывает сжатие при внешнем давлении и растяжение при внутреннем; дно же плоскодонной колбы испытывает деформацию изгиба.
 232. Бетон имеет меньшую прочность на растяжение и большую на сжатие; железо хорошо выдерживает растяжение и хуже сжатие.
 233. При изгибе нижняя часть балки испытывает растяжение, а верхняя сжатие. Так как бетон хорошо работает на сжатие и плохо на растяжение, нужно больше армировать нижнюю часть балки.
 236. 6—7.
 237. 26 кГ/мм².
 238. 51 кГ/мм².
 239. 3 мм.
 241. 70 см.
 242. 1,85 раза; 1,25 раза.
 243. 4 м/сек.
 244. 125 м.
 245. 2 м.
 246. 37 км/ч.
 247. 2,8 м.
 248. Не изменится. Увеличится в 2 раза.
 249. Увеличить в $\sqrt{2}$ раз.
 250. 0,55 сек; 4 м/сек; 0,1 сек; 40 м/сек².
 251. 11,7 м/сек; 59° к горизонту.
 252. 2 м.
 253. 11 м.
 254. 60 м.
 255. 56 м.
 256. 60 м; 140 м.
 257. В 3 раза; одинаковы.
 258. 1 об/мин; 1/60 об/мин;
 $\frac{1}{720}$ об/мин.
 259. 3,5 м.
 260. 33 м/сек; 36 м/сек.
 261. 6400 об/мин.
 262. 1 : 20.
 263. 48 об/мин.
 264. 64 км/ч.
 265. 820 об/мин.
 266. 930 км.
 267. 230 м/сек.
 268. В 1,4 раза; в 2 раза. В районе экватора, в восточном направлении.
 269. 700 об/мин.
 270. 3,14 рад/сек; 157 рад/сек; 880 рад/сек; 10 000 рад/сек.
 271. 3600 об/мин; 1/60 сек.
 272. В 1,7 раза.
 273. 4,3 рад/сек.
 274. 1670 об/мин; 175 рад/сек.
 275. 2870 об/мин; 300 рад/сек.
 276. 0,25 м/сек².
 277. $3,2 \cdot 10^4$ раз.
 278. 6,2 м/сек².
 279. У ведомого в 2 раза больше.
 280. 3,1 кн.
 281. 220 кГ.
 282. 0,08 кГ; в 80 раз.
 283. 1440 раз.
 284. На периферии — обрат.
 285. 300 об/мин.
 286. 6 кн; увеличится в 9 раз.
 287. 55 об/мин.
 288. 7,7 км/сек, 95 мин.
 289. 75°.
 290. 40 м.
 292. 0,2.
 293. 5,9 кГ; 6,9 кГ.
 294. 1500 кГ.
 295. 72 км/ч.
 296. 1,25 м.
 297. $P (3 - 2 \cos \alpha)$.
 298. 72°.
 299. 65 км/ч.

300. 22° .
 302. $8,6 \text{ см}$.
 303. 64 км/ч ; 22° .
 305. $2,7 \text{ н}$.
 306. $8,2 \text{ см}$; невозможно.
 307. Уменьшится в 4 раза.
 308. $0,41$ радиуса Земли.
 310. 62 кГ .
 312. $\frac{1}{9} g$.
 313. 300 кГ .
 314. 25% ; 42% .
 315. $0,28 \text{ Г}$.
 316. $1,6 \text{ м/сек}^2$.
 317. В 5,6 раза.
 318. $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$.
 319. 47 кдж .
 320. 45 кдж .
 321. 320 Мдж .
 322. 10 Мдж .
 324. $1,4 \text{ кдж}$.
 325. В 2,1 раза.
 327. $2 \cdot 10^4 \text{ квт}$.
 328. 78% .
 329. 330 кн .
 330. 13 км/ч .
 331. 60 кн .
 332. 27 квт .
 333. $9,6 \text{ кн}$.
 334. $9,4 \text{ кдж}$; 80% .
 335. $10,6 \text{ квт}$.
 336. $8,3 \text{ км/ч}$.
 337. $4,9 \text{ кдж}$; 80% .
 339. $190 \text{ н} \cdot \text{м}$.
 340. $10,6 \text{ квт}$.
 341. $0,2 \text{ дж}$.
 342. $1,6 \text{ кдж}$.
 343. Увеличится в 4 раза.
 344. 1800 дж ; 280 дж .
 345. 22 кдж .
 346. В 5,4 раза.
 347. $1,3 \cdot 10^{-12} \text{ дж}$; $3,5 \cdot 10^{-18} \text{ дж}$.
 348. $4 \cdot 10^4 \text{ Мдж}$; больше в 100 раз.
 349. $5,5 \text{ м/сек}$.
 350. 20 м .
 351. 20 дж .
 352. 24 дж ; 16 дж .
 353. 20 дж ; $2,5 \text{ дж}$.
 354. 60 м .
 355. 28 км/ч .
 356. 7 м/сек ; $6,2 \text{ дж}$.
 357. $5 : 1$.
 358. 640 м .
 359. $0,66$; $0,021$.

360. 34 дж .
 361. $v = \sqrt{2gh}$.
 362. $3,2 \text{ кн}$.
 363. $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$.
 364. $k = \frac{h}{b+l} = 0,05$.
 365. $k = \frac{Qh}{Pl} = 0,2$.
 366. 600 кГ ; 6000 кГ .
 367. 2100 кн .
 368. 4 кн ; 8 кн .
 369. 150 квт ; 820 квт ; 88 квт .
 380. 210 н .
 381. В 9 раз.
 382. 23 м/сек .
 383. 20 квт ; 74% и 26% .
 389. По течению — в середине реки; против — у берега.
 395. $2,4 \text{ м/сек}$.
 396. 12 мин .
 397. 5 м/сек .
 398. $0,5 \text{ м}$.
 399. $1,6 \text{ м/сек}$.
 400. $1,5 \cdot 10^5 \text{ квт}$.
 401. 82% .
 402. $20 \text{ м}^3/\text{сек}$.
 403. $700 \text{ м}^3/\text{сек}$.
 404. $19,4 \text{ квт}$; 28% .
 405. 3 Г ; 0 ; $1,8 \text{ Г}$; $1,5 \text{ см}$.
 406. $2,94 \text{ м/сек}^2$; 0 ; $1,76 \text{ м/сек}^2$.
 407. $0,5 \text{ сек}$; 2 гц .
 408. $4,2 \text{ гц}$; $0,24 \text{ сек}$.
 409. 60 см .
 411. $2,4 \text{ сек}$.
 412. 25 см .
 413. $9,7 \text{ м/сек}^2$.
 414. $2 : 1$.
 415. $9 : 1$.
 417. Укоротить в 4 раза.
 418. Отставать во всех случаях.
 419. 50 см ; 18 см .
 424. $4,8 \text{ км/ч}$.
 425. 5 см ; $0,5 \text{ сек}$; 2 гц .
 426. $0,2 \text{ см}$; $0,25 \text{ сек}$; 4 гц .
 427. а) 4 см ; $0,06 \text{ сек}$; 17 гц .
 2 см ; $3,5 \text{ см}$; -2 см ; 0 .
 б) 4 м/сек ; 3 м/сек ;
 в) $x = 4 \sin \frac{100\pi}{3} t$.

428. $1,4 \text{ см}; \frac{\pi}{4}; 2 \text{ см}; \frac{\pi}{2}$.

429. $x = 10 \sin \pi t \text{ (см)}$.

430. $1/120 \text{ сек}; 1/60 \text{ сек}; 0,08 \text{ сек}; 7/120 \text{ сек}$.

431. $1/300 \text{ сек}; 3/400 \text{ сек}; 1/120 \text{ сек}; 1/60 \text{ сек}$.

433. $\frac{\pi}{6}; \frac{5\pi}{6}; \frac{7\pi}{6}; \frac{11\pi}{6}$.

434. $1 : 2$.

435. $(1 + \sqrt{2}) : 1 = 2,4 : 1$.

436. $0,005 \text{ сек}$.

437. $20 \text{ см/сек}; x = 0,05 \cdot \sin 200 \pi t \text{ (см)}$

438. 8 см .

439. 3 см .

440. а) $x = 6,5 \sin \omega t \text{ (см)}$;

б) $x = \sin \frac{\pi}{12} t \text{ (см)}$.

441. 40 м/сек .

442. $0,8 \text{ м}$.

443. $\frac{\pi}{2}; \pi; 2\pi; 3\pi$;

444. 45 м .

445. $0,83 \text{ м}$.

446. 1000 гц .

447. $0,0023 \text{ сек}$.

448. 76 см .

449. Увеличивается в $4,4$ раза.

451. 39 см .

452. $132 \text{ см}; 343 \text{ м/сек}$.

Часть вторая. Молекулярная физика.

453. $6,7 \cdot 10^{24}$.

454. $4,2 \cdot 10^{25}$.

455. $\frac{N}{\mu}; \frac{N}{\mu} \rho; \frac{N}{\mu} m$.

456. $4 \cdot 10^{18}$.

457. Около 10^6 молекул.

458. $37\%; 63\%$.

459. $5,6 \cdot 10^6 \text{ км}; 15 \text{ раз}$.

473. $7 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

474. 10^4 Дж/мин .

475. 100 кг/ч .

476. Тело II: $40^\circ \text{ C}; 100^\circ \text{ C};$

$500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$.

Тело I: $10^\circ \text{ C}; 120^\circ \text{ C};$

$250 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$.

477. Менее 1 град , вследствие малой теплоемкости ложки.

478. 85° C .

479. $810 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}; 8\%$; измерение температуры.

480. $2400 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$.

481. $2,5 \text{ кг}$.

482. При том же объеме масса березовых дров значительно больше сосновых.

483. В $3,5$ раза.

484. 2 г/мин .

485. $8,5 \text{ кг}$.

486. 32% .

487. Около $0,2$ коп.

488. 55% .

489. Увеличится на $4,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

490. Уменьшится на $7,6 \cdot 10^7 \text{ Дж}$.

491. $2,4 \cdot 10^7 \text{ Дж}$.

492. 190 кг .

493. 22° C .

494. 37° C .

495. $0,68 \text{ кг}$.

496. $3,1 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

497. Не расплавится $6,6 \text{ кг}$ льда.

498. 24° C .

499. $6 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$.

500. У пара больше на $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$.

501. Уменьшится на $7,8 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

502. $0,055 \text{ кг}$.

503. $1,8 \text{ кг}$.

504. $12 \text{ мин}; 0,14 \text{ г/сек}$.

505. 28 кг .

506. 88° C .

507. $0,21 \text{ кг}$.

508. $0,033 \text{ кг}$.

509. Первый.

510. 230 Дж .

511. 28% .

512. $1,5 \cdot 10^5 \text{ кДж}$.

513. 450 Дж .

514. 33 мин .

515. 11% .

516. 5 коп .

521. 420 м/сек .

522. $6,5 \cdot 10^9$.

523. $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ см}$.

524. $4,1 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2; 309 \text{ см рт. ст.};$

$5,4 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2; 405 \text{ см рт. ст.}$

525. 0,30 ат; $3 \cdot 10^4$ н/м².
 526. $1,3 \cdot 10^{-7}$ н/м².
 527. $1,2 \cdot 10^5$ н/м².
 528. 3,5 ат; $3,5 \cdot 10^5$ н/м².
 529. 95 см рт. ст.; $1,3 \cdot 10^5$ н/м²;
 55 см рт. ст.; $7,3 \cdot 10^4$ н/м².
 532. В 6 раз.
 533. 1000.
 534. 1 ат.
 535. 0,41 м³; 2,3 мин.
 536. 10,3 м.
 537. 2 м³.
 538. Уменьшится на 6,9 см;
 Увеличится на 12,5 см.
 539. 78 см.
 540. 1,33 атм.
 541. $H \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^3$.
 542. $\frac{H(V + 4V_0)}{V}$.
 543. 3,4 кг/м³.
 544. $6 \cdot 10^{-6}$ кг/м³.
 545. Сначала определяют объем воздуха, зная его массу и плотность при нормальных условиях. Затем составляют таблицу зависимости объема от давления и по полученным данным строят график.
 546. На 73 л.
 547. 7 м³.
 548. До 93° С.
 549. На 140 град.
 550. 0,0037 град⁻¹.
 551. 1,05 кг/м³.
 552. До 273° С.
 553. —24° С.
 554. Вычисляют плотность кислорода при 27° С и давлении 1 ат. По массе и плотности находят его объем при давлении 1 ат. Далее составляют таблицу зависимости объема от давления и строят изотерму.
 555. 5,4 кг.
 558. 77 см рт. ст.
 559. 180 ат.
 560. На 3,6%.
 561. 0,0036 град⁻¹.
 562. 137° С.
 563. 127° С.
 564. а) Не изменяется,
 б) обратно пропорционально абсолютной температуре.
 567. 1,8 м³.
 568. 12 л.
 569. 104 атм.
 570. 400° С.
 571. 15 ат.
 572. 20%.
 573. Все ординаты надо увеличить в $\frac{4}{3}$ раза.
 574. $3 \cdot 10^{14}$.
 575. 170 кг/м³.
 576. 6,9 ат.
 577. 84 ат.
 578. 17 л.
 579. 73 кг.
 580. 2,8 ч.
 581. $3,7 \cdot 10^7$ Дж/м³.
 600. 74%.
 601. 13 г/м³.
 602. 13° С.
 603. 18° С.
 604. Повысится до 83%.
 605. 4,2 г/м³.
 606. 8,7 г.
 607. 12,3 г/м³; 85%,
 608. 370 г.
 609. Уменьшится.
 610. 68%.
 611. 12° С.
 618. Силы поверхностного натяжения придают капле форму шара, а вес деформирует ее. У большой капли вес увеличивается, а сила поверхностного натяжения уменьшается, так как уменьшается кривизна поверхности.
 619. $2,4 \cdot 10^{-3}$ н.
 620. $1,3 \cdot 10^{-3}$ н; в сторону чистой воды.
 621. Число капель спирта больше в 3,4 раза.
 622. 0,073 н/м.
 623. 0,021 н/м.
 624. Уменьшился в 1,2 раза.
 626. 0,075 н/м.
 627. 11 мм.
 636. 1,5 см.
 638. Надо прибавить к показанию барометра 4,7 мм.

639. 0,47 н/м.
640. Разность уровней жидкостей в капиллярных трубках выражается формулой $\Delta h = \frac{2\sigma}{Dg} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. При нагревании коэфф. поверхностного натяжения σ становится меньше, следовательно, Δh уменьшается.
642. Во время роста кристалла наблюдается у его поверхности уменьшение плотности раствора вследствие перехода растворенного вещества на его поверхность. С уменьшением плотности эти части раствора поднимаются вверх.
643. Большую прочность имеет стержень мелкозернистой структуры, так как мелкие кристаллы имеют между собой больше связей, чем крупные.
645. Подобная обработка приводит к образованию мелкозернистой структуры стали. Прочность же стали тем выше, чем мельче ее зернистость.
649. При закалке сталь приобретает более мелкозернистую структуру. В ее составе образуются частицы Fe_3C (цементита), обладающие большей твердостью.
650. По сравнению с холодным металлом нагретый имеет повышенную пластичность и менее сопротивляется деформациям, поэтому ковать его легче.
659. Увеличится на 3,9 см.
660. 7,5 мм.
661. 0,000020 град⁻¹.
662. 1100° С.
663. Следует.
664. 690° С.
665. 460° С.
666. $2,2 \cdot 10^3 \text{ см}^3$.
667. 0,01 м³.
668. 0,25 л.
669. 30° С.
670. Увеличится на 1,3 м³.
671. Выльется.
672. 0,001 град⁻¹.
673. 776 мм.
674. 0,16 кг.
675. $9,3 \cdot 10^{-4} \text{ град}^{-1}$.
676. Из формул $\Delta V = \alpha V_0 \cdot \Delta t$ и $Q = cm\Delta t = cDV_0\Delta t$ определяется и приравнивается Δt , после чего получается искомая формула.
677. 25 кг/мм².
678. 20 кг.
679. 16° С.
680. $1,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.
681. $6 \cdot 10^3 \text{ Дж}$.
682. На 7 град.
683. 5 см; $1,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$.
684. Рабочая смесь.
685. 810° К.
686. 2 ат.
687. 69 квт.
688. 5,4 ат.
689. 3,8 кДж.
690. 41%.
691. 42° С.
692. 23%; $4,6 \cdot 10^4 \text{ Дж/сек}$; 14 квт.
693. 30%; 140° С.
694. 4 квт; 120° С.
695. 25%; 42%.
696. 0,34 кг.
697. 420 кг.
698. 800 кг.
699. 23 т.
700. 54 ч.
701. 27%.
702. 26%; 22%.
703. 7,3 квт; 73%.
704. 0,75 квт.
705. 36%; практически двигатель автомобиля никогда не работает на максимальную мощность.
706. 2 л.

Часть третья. Электричество.

715. $8 \cdot 10^{-3}$ к.
 716. 8,6 к.
 717. $5,5 \cdot 10^{-8}$ к.
 718. 0,25 м; —1,45 м, считая от меньшего заряда.
 719. $1,8 \cdot 10^{-4}$ н — в направлении от меньшего заряда к большему.
 720. 11 мГ; 1,5 мГ
 721. $\pm 2,3 \cdot 10^{-7}$ к; $\pm 12 \cdot 10^{-7}$ к.
 722. $1,35 \cdot 10^8$ раз.
 723. $3,8 \cdot 10^{-8}$ к; 60 мГ.
 724. 125 000 н/к.
 725. $2,5 \cdot 10^5$ н/к.
 726. Вес единицы массы.
 727. $2,9 \cdot 10^5$ м/сек².
 728. $2,5 \cdot 10^{-13}$ к, $1,5 \cdot 10^6$.
 729. $0,9 \cdot 10^4$ н/к; $4,6 \cdot 10^4$ н/к.
 730. $1,8 \cdot 10^4$ н/к; $2,3 \cdot 10^4$ н/к.
 736. На 6,2 см.
 737. 3600 н/к.
 738. 750 кв/м.
 739. 2300 км/сек.
 740. $4,8 \cdot 10^{-16}$ дж; 750 км/сек.
 741. 840 в.
 742. 1500 в.
 743. $3,4 \cdot 10^{-4}$ дж.
 744. $1,6 \cdot 10^{-15}$ к.
 745. 2400 в.
 746. $1,5 \cdot 10^{-4}$ дж.
 747. $U_{AB} = 20$ в; $U_{BC} = 80$ в;
 $U_{CD} = 40$ в; $U_{DE} = 60$ в.
 $E_{AB} = 1$ в/м; $E_{BC} = 8$ в/м;
 $E_{CD} = 1,6$ в/м; $E_{DE} = 3$ в/м.
 748. 8,3 Мэв; $4,2 \cdot 10^6$ в.
 751. 3 см.
 752. $1,45 \cdot 10^{-6}$ к.
 753. 10 кв; изменился на $2,5 \cdot 10^{-8}$ к.
 754. 10 кв; $3,3 \cdot 10^{-8}$ к.
 755. 32 кв; $9,5 \cdot 10^{-8}$ к.
 756. 3,5 Г.
 759. $1,3 \cdot 10^{-8}$ к.
 760. 870 пф; $5,2 \cdot 10^{-5}$ к.
 761. От 4,4 пф до 71 пф.
 762. Емкость пропорциональна длине кабеля и диэлектрической проницаемости заполнителя и обратно пропорциональна расстоянию от свинцовой оболочки до токоведущей жилы.
 763. Увеличится.
 764. 10 мкф; 60 в; $4,8 \cdot 10^{-4}$ к.
 765. 10 мкф; 216 в.
 766. $U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$.
 767. 3 мкф; 5 мкф.
 768. 1,2 мкф; 270 в; 180 в.
 769. 2 мкф.
 770. 6 мкф; 2 мкф.
 771. 6 мкф; 4 мкф; 2 мкф; 1,3 мкф.
 772. 6 мкф; 12 мкф; 18 мкф; 2 мкф; 3 мкф; 9 мкф; 4 мкф.
 773. 2,4 мкф.
 774. 6.
 775. 4 дж.
 776. $3 \cdot 10^{-3}$ дж; $6 \cdot 10^{-3}$ дж.
 Энергия увеличилась за счет работы по удалению пластин друг от друга.
 777. 40 дж.
 778. 54 дж.
 779. 0,1 а; $3,1 \cdot 10^{17}$.
 780. 1,9; 3.
 781. 250 кГ; 85 в.
 782. 6 ом.
 783. 480 м; 0,2 мм;
 784. 6 ма; 156 мв.
 786. $0,098 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.
 787. 6,3 кв; 3,2%.
 788. На поверхности — тонкий слой окисла, между соседними витками — малая разность потенциалов.
 789. $\pm 18\%$.
 790. 0,004 град⁻¹.
 791. 2500° С.
 792. 3,2 а.
 793. В 13 раз.
 794. В 1,1 раза.
 797. 37,5 мв/см; 12,5 мв/см; 50 мв/см.
 799. 15 ком.
 800. 1,6 в; 2 в; 2,4 в.
 801. 0,75 а; 22,5 в; 67,5 в; 120 в.
 802. 11; 19.

804. От зажима B на 100 витков.
805. 140 в.
806. 14 м.
807. В 6 раз.
808. 625 ом.
809. 30 ком.
810. 15 ком.
811. 20 ом; 0,96 ом.
813. 10 ом.
814. 12 ка.
815. 25 ма.
816. 2,26 а.
817. 5,3 см.
818. а) уменьшить;
б) нельзя.
819. В 1,33 раза.
820. 1 ом; 1,5 ом.
821. 2; 3; 4; 6; 9; 12 и 18 ом.
822. 0,9 ом; 1,6 ом; 2,1 ом.
2,1 ом; 2,4 ом; 2,5 ом.
823. а) 2,5 ом; 1,6 ом, 2,1 ом;
б) 5 ом; 8 ом; 7 ом.
824. 100 ом.
825. $\frac{5}{6} r$; $\frac{3}{4} r$; $\frac{7}{12} r$.
826. 90 в.
827. 236 в.
828. 217 в; 212 в.
829. $I_1=I_4=5$ а; $I_2=3$ а; $I_3=2$ а;
 $U_1=10$ в; $U_2=U_3=30$ в;
 $U_4=20$ в.
830. $I_1=10,7$ а; $I_2=5,3$ а;
 $I_3=16$ а; $I_4=9,6$ а;
 $I_5=4,8$ а; $I_6=1,6$ а.
 $U_1=U_2=32$ в; $U_4=U_5=$
 $=U_6=48$ в.
831. 2,4 : 1.
833. $I_1=I_2=0,75$ а; $I_3=I_4=0,6$ а;
 $U_1=U_3=3$ в; $U_2=U_4=9$ в.
Не идет.
834. 42 ом.
835. 38 см от точки A .
836. 0,48 ом · мм²/м.
837. 0,00385 град⁻¹.
838. 60 а.
839. У I уменьшаются,
у II увеличиваются.
840. 40 в.
841. В 8 раз.
842. 2,2 ом.
843. 120 в.
844. 4 в; 4,8 в; 5,1 в; 5,3 в;
5,5 в; 5,6 в; 5,6 в; 5,7 в;
5,7 в.
845. 1,5 в; 0,5 ом.
846. 4,2 в; 0,5 ом.
847. 112 мм²; 132 в.
848. 66,5 в; 61 в.
849. 7,25 а; 7,25 а; 36,25 а.
850. 17,5 ом; 1,7 ом.
851. 9,6 в.
852. 4,5 в; 0,9 ом.
853. 4,7 а; 27 ом.
854. Увеличилась в 1,14 раз.
855. 6 ом.
856. 25 квт.
857. 17 Т.
858. 11 000 кдж.
859. 1000 кдж.
860. 2,4 м.
861. 2,7 л.
862. 140 в; 7,2 квт; 8,3 квт; 87%;
863. 2,1 в; 0,033 ом.
866. 0,4 ом; в первом случае
вдвое меньше.
867. 62 мв.
868. 13 град.
869. 4,2 мв.
870. 560 град.
871. 90 град.
873. $1,3 \cdot 10^6$ м/сек.
874. 1,9 эв.
875. 10^7 м/сек.
876. $1,7 \cdot 10^{-10}$ сек.
877. 800 ом; 480 ом.
880. 0,6 см.
889. 0,31 а.
890. 9,1 г; 34 г.
891. На 0,17 а меньше истинного.
892. 0,005 мм.
893. 62 сут.
894. 270 г.
895. 54 г.
896. 0,32 мг/к.
897. 0,24 мг/к; 0,21 мг/к;
0,18 мг/к.
898. 3,5 кг; 12 кг.
899. 180 а; 1,9 л.
900. 0,1 а.
901. $3,2 \cdot 10^{-19}$ к.
902. $3 \cdot 10^{17}$.
907. $4 \cdot 10^{-15}$ а.
908. $5 \cdot 10^9$.
911. 30 кв/см.
912. $1,9 \cdot 10^6$ м/сек.
918. $10^2 - 10^{13}$ ом · мм²/м.
919. —3%/град.
920. 8,7 ком.

921. При 30°C .
 922. Уменьшилось в 3 раза.
 923. 18°C .
 928. 1,7 раз.
 929. От 12 до 10 ком.
 930. См. рис. 181.
 939. 0,2 н.
 940. 0,05 тл.
 941. 0,046 тл.

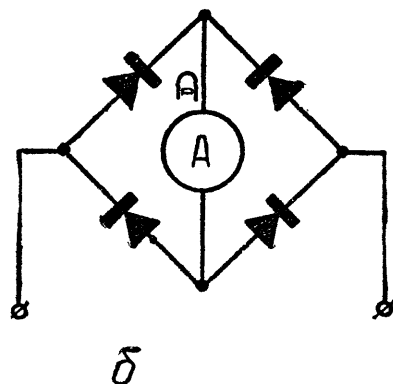
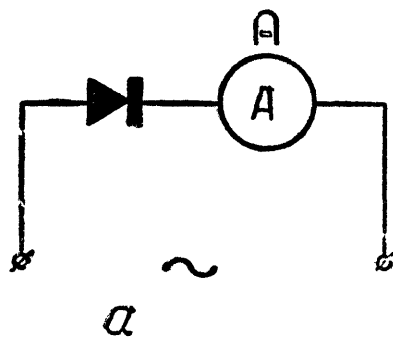


Рис. 181.

989. 8 а/сек; 20 а/сек.
 990. 3,2 гн.
 991. а) 200 в; б) 0,04 сек;
 25 гц; в) $E = 200 \sin 50\pi t (\text{в})$.
 992. а) (100, 140 и -170) в;
 б) $\pi/12$, $11\pi/12$, $\pi/6$; $5\pi/6$.
 $4\pi/3$, $5\pi/3$.
 в) 30 000 в/сек; 22 000 в/сек
 и 8 100 в/сек.

942. 1,2 н.
 943. 0,005 тл.
 944. 30° .
 945. $2 \cdot 10^{-4}$ вб.
 946. 0,065 тл.
 947. 1,35 тл.
 948. (0,08; 0,55; 0,87; 0,82; 1,47
 и 1,5) тл.
 949. $8,4 \cdot 10^{-3}$ вб.
 950. 15 см².
 951. 0,5 тл.
 952. $4,4 \cdot 10^{-3}$ вб.
 960. 0,05 в.
 961. 0,05 сек.
 962. 80 в.
 963. 10^{-3} вб.
 964. 100.
 965. 2200 в.
 967. 0,46 в.
 968. 10 м/сек.
 969. 200 в.
 970. 0,08 тл.
 980. 1,5 гн.
 981. 7,5 гн.
 982. 12 в.
 983. 20 а/сек.
 986. 120 дж; уменьшится в
 4 раза.
 987. И то и другое увеличится
 в 1200 раз.

996. 50 в; 20 гц; 0,05 сек; 43 в.
 997. 10 а; 400 гц; 0,0025 сек;
 6,4 а.
 998. 180 в; 127 в; 0.
 999. 180 в.
 1000. $\frac{1}{150}$ сек; $\frac{1}{125}$ сек.
 1001. 3000 об/мин.
 1002. 72.
 1003. 68,2 об/мин.
 1004. 24 пары.
 1005. 12 000 об/мин.
 1006. 300 пар.
 1007. 180 в; 310 в.
 1008. 32 мгн.
 1009. 31 ом; 70 ом; 1600 ом,
 1010. 75 ом; 89 ом.
 1011. 100 ом; 37° .
 1012. 9 ом; 15 ом.
 1013. 120 ом; 50 ом.
 1016. 640 ом; 80 ом; 3,2 ом.
 1017. 20 мкф.
 1018. 0,55 а; 132 в; 176 в.
 1020. 25 ом; 51° .
 1021. 30 ом; 106 мкф; -37° .
 1023. 13 ом; -23° .
 1024. 3,3 а; 72° ; 50 мкф; 11 а.
 1025. 3,9 а.
 1026. 50 гц.

1027. 200 кВт; 150 квар.
 1028. 1,6 кВА; 1,3 кВт; 0,98 квар.
 1029. При $\cos \varphi = 0,84$.
 1031. 0,63; 125 мкф.
 1037. 12,5 мсн.
 1038. 2500 м.
 1039. От $3 \cdot 10^7$ до $2 \cdot 10^5$ гц.
 1040. От 70 м до 640 м.
 1041. 1600.
 1042. 15 км.
 1043. 6,1 мин.
 1044. 0,0003 сек.

1045. $4,5 \cdot 10^7$ км.
 1046. 4,7 км/сек.
 1048. 80 км.
 1049. 116 км.
 1050. 31 м; 5 м; 0,3 м.
 1052. 10^4 м³/сек.
 1053. $1,7 \cdot 10^4$ т; $2,4 \cdot 10^6$ м³.
 1054. $6,7 \cdot 10^9$ кДж.
 1056. 21 кв; 5%.
 1057. 230 в; 200 вт.
 1058. 130 кв; 1700 кВт; 3,7%.
 1059. В 2 раза.

Часть четвертая. Оптика.

1062. $\alpha = \arctg \frac{h}{l}$,
 где h — высота человека,
 l — длина тени.

1063. 21 м.

1064. $H = h \frac{L}{l}$.

1065. 1,65 м.
 1066. 3,9 м.
 1073. 8 мин 20 сек.
 1074. 1,3 сек.
 1075. $8 \cdot 10^{18}$ км.
 1076. Усиление; погашение.
 1083. Вторая.
 1085. 582 мк.
 1086. $1^\circ 35'$.
 1087. 0,01 мм.
 1088. 11 см.
 1089. 1260 лм.
 1090. 40 св.
 1091. 0,4 стер.
 1092. 4 св.
 1094. 0,93 вт/св.
 1095. 0,008 лм.
 1096. 20 м.
 1097. $6 \cdot 10^5$ лм.
 1098. 35 лм.
 1099. 40 лк; 38 лк.
 1100. 1250 лк.
 1101. 1200 лк.
 1102. 96 св.
 1103. От 1,12 до 1,37 м.
 1105. 47 лк.
 1106. 60° .
 1107. 12 лк.
 1108. 14,6 лк; 12,8 лк.
 1109. 35 лк; 14 лк.
 1110. Освещенность горизонтальной поверхности в

$$\frac{E_0 \cos(\varphi - \delta)}{E_0 \sin(\varphi - \delta)} = \operatorname{ctg}(\varphi - \delta) = \\ = \operatorname{ctg} 32,5^\circ = 1,57 \text{ раз} \\ \text{больше.}$$

1114. 1,31.
 1115. 18° ; 28° .
 1116. $n = 1$ или $\alpha = 0^\circ$.
 1117. 226 000 км/сек;
 191 000 км/сек;
 184 000 км/сек.
 1118. 1,18; 0,85.
 1119. 25° .
 1120. 44° .
 1121. $51,5^\circ$.
 1122. $57,5^\circ$.
 1124. 15 см.
 1125. 1,1 см.
 1127. 40° .
 1128. 1,62.
 1130. Луч преломится.
 1131. 47° .
 1133. Оптические оси и фокусы линз должны совпадать.
 1137. $L = F \left(\frac{d + D}{D} \right)$.
 1138. 12,5 см.
 1139. 30 см.
 1140. 50 см; увеличение в 4 раза.
 1141. 16 см.
 1142. 60 см; 30 см.
 1143. 16 мм.
 1144. Уменьшение в 3 раза.
 1145. Аппарат «Киев».
 1146. 16 мм.
 1147. 8,4 м.
 1148. 63 см.
 1149. 15,4 см.
 1150. 300 м.
 1151. 24 см; 3 : 1.

1152. 20 *дптр*.
 1153. 4,5 *см*.
 1154. 12,5 *см*.
 1155. —6,7 *см*; 2,7 *см*.
 1156. 0,5 *м*.
 1157. 1 *м*.
 1158. —7,5 *дптр*.
 1159. Рассеивает; собирает.
 1163. 200 *см*; 32 *см*.
 1164. 0,23 *см*.
 1169. 5 раз.
 1170. 6,25 *см*.
 1171. 600 раз.
 1172. 25 *см*; 500 раз.
 1173. 16 *см*; 2,5 *см*.
 1174. 0,1 *дптр*.
 1175. 128.
 1176. 20 *дптр*.
 1177. $F_{об} = 20$ *см*; $F_{ок} = 2$ *см*.
 1183. $4 \cdot 10^{14}$ *сек*⁻¹.
 $7,5 \cdot 10^{14}$ *сек*⁻¹.
 1184. 530 *ммк*; красный.
 1185. 580 *ммк*, желтому.

1192. $1,6 \cdot 10^{-14}$ *дж*.
 1193. $1,3 \cdot 10^5$ *км/сек*.
 1194. 41 *кв*.
 1197. $2,6 \cdot 10^{-19}$ *дж*;
 $5 \cdot 10^{-19}$ *дж*.
 1198. Рентгеновские, видимые,
 радиоволны.
 1199. 300 *ммк*.
 1200. $1,5 \cdot 10^{20}$ фотонов.
 1201. $1,2 \cdot 10^9$ фотонов.
 1202. 53 фотона.
 1203. 990 *ммк*.
 1206. $7,6 \cdot 10^{-19}$ *дж*.
 1207. 660 *ммк*.
 1208. Не произойдет.
 1209. 620 *ммк*.
 1210. Не будет.
 1211. 0,6 *эв*.
 1212. 580 *км/сек*.
 1213. 40 *ммк*.
 1214. 8 *в*.
 1215. $3,5 \cdot 10^{-6}$ *н/м*².
 1216. На белую.

Часть пятая. Строение атома

1219. $3 \cdot 10^{-19}$ *дж*.
 1220. 490 *ммк*.
 1221. 250 *ммк*.
 1223. $5,3 \cdot 10^{-9}$ *см*; $2,2 \cdot 10^6$ *м/сек*.
 1224. $6,7 \cdot 10^{15}$ *об/сек*.
 1225. От наблюдателя за плоскость чертежа.
 1228. «Кобальтовая пушка» работает без источника тока и проникающая способность γ -лучей выше рентгеновых.
 1229. Радиоактивные препараты ионизируют воздух, что вызывает нейтрализацию зарядов.
 1230. В верхних слоях.
 1231. 3180 лет. 7,6 дня.
 1232. 0,15 *Т*.
 1233. 1,6 *сут*.
 1234. 5,3 *Мэв*.
 1236. 36 *дж*.
 1237. 75%; 25%.
 1238. 93%; 7%.
 1251. 931 *Мэв*.
 1252. 0,00215 а. е. м.
 1253. 0,0301 а. е. м.; 0,0691 а. е. м.
 1254. Поглощается; выделяется; поглощается;
 1255. 2,18 *Мэв*.
 1256. 104 *Мэв*.
 1257. 17,3 *Мэв*.
 1258. 27,8 *Мэв*.
 1259. 4 *Мэв*.
 1260. $2,3 \cdot 10^4$ *квт · ч*; 3 *т*.
 1261. 18%; 29 *г*.
 1262. 53 000 *квт*.
 1263. 16%.
 1264. 17,6 *Мэв*.
 1265. 94 000 *квт · ч*.
 1266. 1,46 *Мэв*.
 1267. 1 *Мэв*.

Повторительный раздел.

1268. 35 *ч*.
 1269. 1,2 *мин*.
 1270. $\frac{2S}{v_2 - \frac{v_1^2}{v_2}} > \frac{2S}{v_2}$.
 1272. 10 *сек*.
 1273. $S_1 - S_2 = (-80 + 8t)$ (*м*);
 40 *сек*.
 1274. 2,5 *м/сек*²; 1 *м/сек*.
 1275. —0,5 *м/сек*²; 8,5 *м/сек*.

1276. 60 м; 80 м; 60 м; 0 м;
—100 м.
1277. $v = (2 + 12t)$ м/сек;
 $a = 12$ м/сек².
1278. $a = (6 - 2t)$ м/сек².
1279. 2500 н; 500 н.
1280. а) 3,5 кГ; б) 7 кГ.
1281. 40 Г.
1282. 14 м/сек.
1283. 370 кГ.
1284. 1,2 м/сек²; 160 н.
1285. $F = \frac{kP}{\cos \alpha + k \sin \alpha} =$
 $= \frac{P \sin \varphi}{\cos(\varphi - \alpha)} = \frac{290}{\cos(17^\circ - \alpha)}$;
при 17°.
1288. 5,1 км.
1289. 5.
1290. 10 м/сек; 10 м.
1291. 36 м.
1292. 7 Р; Р.
1293. $F = 3 P \sin \alpha$.
1294. 65°.
1296. 7,9 км/сек.
1297. 1000 км.
1298. 36 000 км.
1300. 0,3.
1301. 2 кг; 4 м/сек.
1302. 100 : 1.
1303. 5,3 квт.
1304. 25 квт.
1305. 2600 кГ.
1306. 120 см³.
1307. 1190 м³.
1308. $4,9 \cdot 10^6$ кГ.
1309. 0,66 Г.
1310. 0,75 Г/см³.
1311. 1 : 1,4 : 0,71.
1312. $x = A \sqrt{2} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{4} \right)$.
1313. $x = 6,4 \sin(\omega t + 39^\circ)$.
1314. $y = 2x$; прямая.
 $x^2 + y^2 = 1$; окружность.
1315. $x = 3 \sin 40\pi t$ (см);
 $v = 120\pi \cos 40\pi t$ (см/сек),

- $a = -4800\pi^2 \sin \times$
 $\times 40\pi t$ (см/сек);
3,8 м/сек; 480 м/сек².
1316. Не будет вследствие от-
сутствия конвекции.
1317. В первом случае.
1318. 39° С; 38° С.
1319. 60 г; 90 г.
1320. 2,4 г.
1321. 220 кдж.
1322. 39 г.
1323. 45° С.
1324. 1,7 град.
1325. 8 град.
1326. $v = \sqrt{\frac{m + M}{m} \cdot 2gh}$.
1327. 310 м/сек.
1328. 34 мин.
1329. 152 см.
1330. 3,2 мм.
1331. $\frac{h(n-1)}{2(n+1)}$.
1332. $\frac{1}{373}$ град⁻¹.
1333. 227° С.
1334. 15 см.
1335. 0,022 н/м.
1336. 60 кг.
1337. 0,17 кг.
1338. $-1,2 \cdot 10^{-7}$ к.
1339. $2,6 \cdot 10^4$ в/м; 13 000 в.
1340. 1000; 1 м/сек².
1341. $U = \frac{2dmv^2}{l} \cdot \frac{y}{x^2}$; пара-
бола.
1342. 0,6 ом; 0,3 ом; 1,8 ом.
1343. 6,5 ом.
1344. 0,2 а.
1345. 6 вт; 5,2 вт.
1346. 70 а.
1347. 25.
1349. Высота звуков возросла
бы на октаву.
1350. $3 \cdot 10^3$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть первая. МЕХАНИКА

Глава 1. Равнопеременное движение

§ 1. Сложение равномерных движений	3
§ 2. Скорость в равнопеременном движении	5
§ 3. Путь в равнопеременном движении	9
§ 4. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх и вниз	12

Глава 2. Законы движения Ньютона

§ 5. Первый закон Ньютона	13
§ 6. Второй закон Ньютона	14
§ 7. Третий закон Ньютона. Закон сохранения количества движения	19

Глава 3. Элементы статики. Деформации

§ 8. Сложение и разложение сил, действующих на тело под углом	23
§ 9. Наклонная плоскость	28
§ 10. Равновесие тела, имеющего ось вращения. Пара сил . . .	29
§ 11. Виды деформаций. Закон Гука. Прочность. Твердость . .	32

Глава 4. Криволинейное движение. Движение по окружности

§ 12. Движение тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту	35
§ 13. Кинематика вращательного движения	37
§ 14. Центробежное ускорение. Центробежная сила	39

Глава 5. Всемирное тяготение

§ 15. Закон всемирного тяготения	42
--	----

Глава 6. Работа и энергия

§ 16. Работа и мощность	44
§ 17. Энергия. Закон сохранения энергии. Удар	46

Глава 7. Движение жидкостей и газов

§ 18. Сопротивление среды	50
§ 19. Давление в движущейся жидкости и газе	51

Глава 8. Механические колебания и волны

§ 20. Колебательное движение	55
§ 21. Фаза колебания. Сложение колебаний	56
§ 22. Волны	58

Часть вторая. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Глава 9. Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества

§ 23. Масса и размеры молекул	60
§ 24. Движение молекул. Силы взаимодействия между молекулами	61

Глава 10. Внутренняя энергия

§ 25. Внутренняя энергия тела и передача ее путем теплообмена. Составление уравнений теплового баланса	62
§ 26. Изменение внутренней энергии тела в процессе совершения работы	66

Глава 11. Свойства газов и паров

§ 27. Понятие о кинетической теории газа. Давление газа . . .	67
§ 28. Закон Бойля — Мариотта	70
§ 29. Закон Гей-Люссака	72
§ 30. Закон Шарля	73
§ 31. Уравнение состояния газа	75
§ 32. Адиабатный процесс	77
§ 33. Свойства паров. Критическое состояние. Влажность. Сжигание газов	78

Глава 12. Свойства жидкостей

§ 34. Поверхностный слой жидкости	81
§ 35. Смачивание. Капиллярность	84

Глава 13. Свойства твердого тела

§ 36. Кристаллические и аморфные тела. Изменение свойств и структуры металлов при обработке	85
§ 37. Тепловое расширение твердых и жидких тел	86

Глава 14. Тепловые двигатели

§ 38. Тепловые двигатели	89
------------------------------------	----

Часть третья. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Глава 15. Электрические заряды и электрическое поле

§ 39. Электрические заряды. Закон Кулона	93
§ 40. Напряженность электрического поля. Проводники и ди- электрики в электрическом поле. Диэлектрическая прони- цаемость	95
§ 41. Потенциал	96
§ 42. Емкость. Конденсаторы	98

Глава 16. Электрический ток в металлах. Законы постоянного тока

§ 43. Электронная проводимость металлов. Сопротивление про- водников. Закон Ома для участка цепи	102
§ 44. Зависимость сопротивления проводника от температуры	103
§ 45. Последовательное и параллельное соединение проводников	101
§ 46. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Ра- бота и мощность тока	111

Глава 17. Электронные явления в вакууме.

Ток в электролитах и газах. Проводимость полупроводников

§ 47. Электронные явления в вакууме	115
§ 48. Электрический ток в электролитах	117
§ 49. Электрический ток в газах	118
§ 50. Проводимость полупроводников	120

Глава 18. Магнитное поле тока. Электромагнитная индукция

§ 51. Магнитное поле тока	123
§ 52. Электромагнитная индукция	129
§ 53. Самоиндукция	131

Глава 19. Переменный ток. Электромагнитные колебания и волны

§ 54. Получение и свойства переменного тока	133
§ 55. Мощность переменного тока	137
§ 56. Электромагнитные колебания и волны	138
§ 57. Производство и распределение электрической энергии . .	140

Часть четвертая. ОПТИКА

Глава 20. Волновые свойства света

- § 58. Прямолинейное распространение света. Отражение света.
Скорость света 142
- § 59. Интерференция и дифракция света 144

Глава 21. Законы освещенности. Геометрическая оптика

- § 60. Световой поток, сила света, освещенность. Законы освещенности. Фотометры 146
- § 61. Преломление света 149
- § 62. Линзы. Оптические приборы 152

Глава 22. Дисперсия света. Квантовые свойства света

- § 63. Дисперсия света. Шкала электромагнитных волн 157
- § 64. Кванты. Фотоэлектрический эффект и другие действия света 159

Часть пятая. СТРОЕНИЕ АТОМА

Глава 23. Строение атома

- § 65. Излучение и поглощение энергии атомами 162
- § 66. Состав атомных ядер 163
- § 67. Ядерные реакции 164
- § 68. Связь массы и энергии. Получение атомной энергии . . . 165
- Повторительный раздел 167
- Таблицы физических величин 180
- Ответы 190

*Павел Адамович Рымкевич
Федор Семенович Емельянов
Андрей Павлович Рымкевич*

СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ
для старших классов средней школы

Редактор *А. Ф. Раева*
Художник *Ю. М. Сигов*
Художественный редактор *Б. Л. Николаев*
Технический редактор *М. С. Дранникова*
Корректор *М. В. Голубева*

* * *

Сдано в набор 29/VII 1964 г. Подписано к печати 4/XI 1964 г. $84 \times 108^{1/32}$ Печ. л. 13 (10,92)
Уч.-изд. л. 10,25. Тираж 89 тыс. экз. А 08231
Тем. план 1964 г. № 179.
Заказ № 601

* * *

Издательство „Просвещение“
Государственного комитета
Совета Министров РСФСР по печати.
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Ленинградская типография № 2
имени Евгении Соколовой
Главполиграфпрома
Государственного комитета
Совета Министров СССР по печати.
Измайловский проспект, 29.
Цена без переплета 28 к. переплет 10 к.

38к

ПРОСВЕЩЕНИЕ
1964

● СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ●