

53
С 232

К. А. ВОЛКОВА, Н. Н. ДЕМИДОВ, М. Ф. ФЕДОРОВ
Н. А. ФЕОПЕМИТОВ, Н. А. ЩЕРБАКОВ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

для 8-10 классов
средней школы

30443

УЧПЕДГИЗ • 1947

К. А. ВОЛКОВА, Н. Н. ДЕМИДОВ, М. Ф. ФЁДОРОВ,
Н. А. ФЕОПЕМПТОВ, Н. А. ЩЕРБАКОВ.

53
С 239

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

ДЛЯ 8—10-го КЛАССОВ
СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Под редакцией Н. Н. ДЕМИДОВА

ИЗДАНИЕ ТРИНАДЦАТОЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
Москва—1947

30443

Утверждён

Министром Просвещения РСФСР

К переизданию 1 февраля 1947 г., протокол № 92

§ 1. О приближённых величинах и действиях с ними.

При решении задач настоящего сборника учащимся необходимо иметь в виду, что физические величины могут быть измерены только приближённо, с известной степенью точности.

Степень точности, с которой произведено измерение, определяется способами:

1) величиной возможной при измерениях погрешности, — это так называемая абсолютная погрешность;

2) отношением абсолютной погрешности ко всей измеряемой величине. Это отношение по большей части выражается в процентах и называется относительной погрешностью. Относительную погрешность можно оценивать также порядком последней значащей цифры.

Производя арифметические действия с приближёнными величинами, в результате, очевидно, мы получаем также число приближённое.

Рассмотрим пример. Пусть требуется перемножить два числа: 815,3 на 13,6, определённых с точностью до десятых долей, т. е. абсолютная погрешность каждого из чисел меньше 0,05. Умножая обычным способом, имеем:

815,3	цифры получились в результате умножения на цифры не вполне точные, заключаем, что и в общем произведении вполне надёжными знаками являются только первые два, ввиду чего получаем приближённый ответ в виде 11000.
× 13,6	
48918	
24459	
8153	
11088,08	

Из изложенного ясно, что приведённые ниже в таблицах значения физических величин, а также ответы в задачах везде приближены, хотя и не всегда сопровождаются знаком приближения.

§ 2. Удельный вес и плотность вещества¹⁾.

Пример. Свинцовый цилиндр с площадью основания 5 см² и высотой 6 см имеет вес $P = 339$ Г. Определить удельный вес свинца d .

Решение. Объём цилиндра $v = 5 \cdot 6 = 30$ см³. По формуле $d = \frac{P}{v}$ удельный вес определяется:

$$d = \frac{339}{30} = 11,3 \text{ Г см}^3.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

1. Определить удельный вес стали, если 60 см³ её весят 463 Г.
2. Железный стержень длиной 1 м и поперечным сечением 3 см² весит 2,34 кг. Найти удельный вес железа.

¹⁾ § 2 составлен А. М. Любимовой.

3. Сколько весит медная проволока длиной 15 м и сечением 1 мм²?
4. Человек может поднять груз до 80 кг. Может ли он поднять четвертную бутылку, наполненную ртутью? Четвертная бутылка имеет объём $\approx 3,07$ дм³.
5. Определить вес дубового бруска длиной 2 м и имеющего в сечении прямоугольник 15 см \times 2 см.
6. Мраморная плита имеет размеры 70 см \times 40 см \times 4 см. На сколько она будет тяжелее, чем дубовая доска таких же размеров?
7. Размеры комнаты 5 м \times 6 м \times 4 м. Сколько весит воздух, находящийся в комнате?
8. Для постройки здания требуется 500 000 кирпичей. Сколько потребуется автомобилей с грузоподъемной силой 3 Т каждый для подвоза кирпича? Размеры кирпича 25 см \times 12 см \times 6,5 см.
9. При постройке железной дороги сделали выемку объёмом 600 м³. Сколько нужно подвод, чтобы отвезти вынутую землю, если на каждую подводу кладут 800 кг и удельный вес земли 1,4 Г/см³?
10. Сосновая модель медной отливки весит 300 Г. Сколько весит медная отливка?
11. Лист кровельного железа длиной 1,4 м и шириной 0,7 м весит 5 кг. Определить толщину листа.
12. Человек может поднять груз в 80 кг и может увезти на салазках груз в 400 кг. Какую сумму денег золотом он может поднять и увезти на салазках, если 1 см³ золота стоит 25 руб.?
13. Сосновая модель стальной отливки весит 400 Г. Сколько весит стальная отливка, если объёмную усадку стали принять равной 3,6%?
14. Сколько получится кубических сантиметров льда, если заморозить 1 л воды?
15. Ведро вмещает 12,3 кг воды. Сколько в него войдёт килограммов морской воды?
16. Определить ёмкость бутылки, если в неё входит 2,46 кг керосина
17. Определить вес керосина, налитого в цилиндрический бак, диаметр которого 30 см, а высота 1,5 м.
18. Чугунная отливка, имеющая наружный объём 2,51 дм³, весит 17,5 кг. Имеет ли она пустоты (раковины) внутри, и если имеет, то каков объём этих раковин?
19. 1 кг дробин занимает объём 155 см³. Какой объём занимает воздух, находящийся между дробинками?
20. Бутылка вмещает 1 кг керосина. Сколько она может вместить килограммов глицерина?
21. Объём железнодорожной цистерны 20 м³. Сколько тонн нефти доставит поезд составом в 30 цистерн?
22. В цилиндрический бак, диаметр дна которого 4 м, налито 32 Т нефти. Как высоко стоит уровень нефти в баке?
23. Кусок цинка весит 355 Г. Каков будет вес стекла, взятого в таком же объёме?
24. В колбу входит 216 Г эфира. Сколько войдёт в неё спирта?
25. Два тела объёмом 300 см³ каждое весят 2,31 кг. Из них одно тяжелее другого в 10 раз. Определить, какие это тела.
26. В каком стакане и на сколько уровень жидкости будет выше, если в один из них налито 158 Г воды, а в другой столько же спирта? Площадь дна стакана равна 25 см².
27. Бутылка, наполненная водой, весит на 150 Г больше, чем та же бутылка, наполненная спиртом. Найти её объём.

28. При никелировании предмета с поверхностью 5 дм^2 израсходовано $8,8 \text{ Г}$ никеля. Определить толщину слоя никеля.

29. Сколько стоит вызолотить 6 столовых ложек поверхностью $1,62 \text{ дм}^2$ каждая, если слой золота имеет толщину $0,005 \text{ мм}$ и стоит 1 руб. 25 коп. за 1 Г ?

30. Для серебрения предмета пошло $157,5 \text{ Г}$ серебра. Какова поверхность предмета, если толщина слоя серебра $0,05 \text{ мм}$?

31. Для антенны требуется 40 м медной проволоки диаметром 2 мм . Определить стоимость антенны, если 1 кг такой проволоки стоит 2 руб. 50 коп.

32. Определить вес 200 м железной проволоки диаметром 4 мм .

33. Определить вес латунного шара, зная, что диаметр шара 20 см .

34. Стальной шарик весит 117 Г . Найти радиус шарика.

35. Железный обод колеса, ширина которого 7 см и толщина $0,5 \text{ см}$, весит $8,58 \text{ кг}$. Найти диаметр колеса.

36. Определить вес куска медной трубки длиной $0,4 \text{ м}$, внешний диаметр которой 5 см , а внутренний — 4 см .

37. Сплав состоит из $109,5 \text{ Г}$ олова и $56,5 \text{ Г}$ свинца. Определить удельный вес сплава.

38. Сколько граммов меди надо прибавить к $289,5 \text{ Г}$ золота, чтобы сплав имел удельный вес $17,55 \text{ Г/см}^3$?

39. Сплав золота и серебра весит 300 Г , удельный вес его 12 Г/см^3 . Определить процентное содержание золота и серебра в этом сплаве.

40. Пустотелый шар, сделанный из меди, весит 1 кг и имеет удельный вес, равный 5 Г/см^3 . Определить толщину стенок шара.

41. Колба ёмкостью 1 л , содержащая воздух, весит 300 Г . После того как было выкачано $0,9$ содержащегося в ней воздуха, её вес оказался равным $298,83 \text{ Г}$. Найти удельный вес воздуха.

42. Каким газом наполнен стеклянный сосуд, у которого наружный объём $2,8 \text{ дм}^3$, а ёмкость 2 л ? Вес сосуда вместе с газом $2003,94 \text{ Г}$.

§ 3. Работа и мощность ¹⁾.

Пример 1. Грузовой автомобиль, вес которого с грузом равен $P = 5 \text{ Т}$, остановился среди пути вследствие порчи мотора. Сколько лошадей надо запрячь, чтобы отвезти грузовик по горизонтальному участку пути, если каждая лошадь развивает силу в 45 кг , а коэффициент трения $k = 0,045$?

Решение. Сила трения, возникающая при перемещении автомобиля, а следовательно, и сила тяги всех лошадей $F = k \cdot P$, или:

$$F = 0,045 \cdot 5000 = 225 \text{ кг}. \text{ Отсюда число лошадей } n = \frac{225}{45} = 5.$$

Пример 2. Для накачивания воды в бак, находящийся на высоте 12 м , поставлен насос, приводимый в действие двигателем. Рассчитать, какой мощности должен быть двигатель, если в минуту нужно подавать $1,8 \text{ м}^3$ воды и если коэффициент полезного действия насоса $\eta = 75\%$.

Решение. Вес воды, поднимаемой в 1 мин. , равен $1,8 \text{ Т} = 1800 \text{ кг}$. Работа, необходимая для этого (полезная работа), $A_1 = P \cdot s$, т. е. $A_1 = 1800 \cdot 12 = 21\,600 \text{ кгм}$, и соответственно мощность

¹⁾ § 3 составлен М. Н. Высоцким.

$$N = \frac{A_1}{t}, \text{ т. е. } N_1 = \frac{21\,600}{60} = 360 \text{ кгм/сек, или } N_1 = \frac{360}{75} = 4,8 \text{ л. с.}$$

Это полезная мощность — она составляет часть от мощности (N) двигателя, т. е. $N_1 = \eta \cdot N$; отсюда $N = \frac{N_1}{\eta}$, или $N = \frac{4,8}{0,75} = 6,4 \text{ л. с.}$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Скорость равномерного движения.

43. Человек прошёл 6 км за $1\frac{1}{2}$ часа. С какой скоростью он шёл?

44. Автомобиль едет со скоростью 15 м/сек. Выразить эту скорость в километрах в час.

45. Длина минутной стрелки карманных часов 2 см. С какой линейной скоростью движется конец стрелки?

Работа.

46. Груз весом $2\frac{1}{2}$ Т поднят на высоту 82 см. Определить произведенную работу.

47. Дождевая капля весом 40 мГ упала с высоты $1\frac{1}{2}$ км. Определить работу силы тяжести.

48. Нужно поднять 2000 Т каменного угля на высоту 9 м при помощи бадьи, вмещающей 1 Т угля. Бадья весит 500 кг. Вычислить работу, которую необходимо произвести.

49. Рабочий поднимает 28 кирпичей весом 3,5 кг каждый на высоту 6 м. Какую полезную работу производит рабочий и какая работа производится им в действительности, если вес рабочего равен 75 кг?

50. Какая работа производится при подъёме железной балки длиной 5 м и сечением 50 см² на высоту 20 м?

Мощность.

51. Лошадь тянет воз с силою 60 кг. Определить мощность лошади, если за 2 часа она прошла расстояние в 7,2 км.

52. Человек весом 70 кг поднимается по лестнице высотой 12 м. Один раз он поднялся в течение 35 сек., а другой раз — бегом в 10 сек. Сравнить работы, произведенные им, и мощность в обоих случаях. В каком случае и почему он устанет больше?

53. Самолёт весит 2,5 Т. На подъём его тратится 35% от мощности мотора. Определить мощность мотора, если самолёт поднялся на высоту 1200 м в течение 5 мин.

54. Мотор мощностью в 1 л. с. работал 1 час. Какую работу совершил мотор?

55. Подъёмный кран поднял груз в 4,5 Т на 8 м. Мощность двигателя при кране 12 л. с. Сколько времени затрачено на подъём груза?

56. Плуг, вспахивающий землю, тянется трактором со скоростью 1,2 м/сек. Определить сопротивление почвы, встречаемое плугом, если мощность, потребляемая им, равна 24 л. с.

57. Дирижабль идёт со скоростью 15 м/сек при двух моторах мощностью по 110 л. с. каждый. Определить силу тяги моторов.

Трение.

58. Вагонетка с грузом весит 2 *T*. Для передвижения вагонетки по горизонтальному пути с постоянной скоростью нужно приложить силу в 16 *кГ*. Определить коэффициент трения.

59. Лошадь везёт воз весом 800 *кГ* по горизонтальному пути с постоянной скоростью. Какую силу тяги развивает лошадь, если коэффициент трения 0,04?

60. Чтобы передвинуть по полу ящик с грузом, нужно приложить силу в 8 *кГ*. Коэффициент трения $\approx 0,4$. Определить вес ящика.

61. К вертикальной стене прижали плашмя доску весом 1,5 *кГ*. Коэффициент трения доски о стену 0,3. С какой наименьшей силой нужно прижимать доску, чтобы она не скользила вниз?

62. На столе лежит груз весом в 1 *кГ*. На какое расстояние нужно передвинуть его по столу, чтобы произвести работу в 1 *кГм*, если коэффициент трения 0,4?

63. Автомобиль, вес которого 1,5 *T*, идёт со скоростью 27 *км/час*. Коэффициент трения 0,2. Какую мощность развивает мотор автомобиля?

64. Поезд идёт со скоростью 54 *км/час*. Мощность паровоза 400 *л. с*. Коэффициент трения 0,004. Определить вес состава поезда.

65. Железный вал длиной 5 *м* и диаметром 10 *см* вращается, делая 120 оборотов в 1 мин. Определить мощность, затрачиваемую на преодоление трения в опорах, если коэффициент трения в них $k = 0,05$.

Коэффициент полезного действия.

66. Из колодца поднято ведро с водой. Глубина колодца 4 *м*. Вес ведра 2 *кГ*. Ведро вмещает 12 *л* воды. Определить коэффициент полезного действия. Зависит ли коэффициент полезного действия от глубины колодца?

67. Паровая машина поднимает молот весом в 400 *кГ* 120 раз в минуту на высоту 90 *см*. Мощность машины 12 *л. с*. Определить коэффициент полезного действия молота.

68. При помощи подъёмного крана поднимается груз весом в 1 *T* на высоту 15 *м* в течение 20 сек. Определить мощность машины при кране, если его коэффициент полезного действия 80%.

69. Садовник для поливки сада накачивает воду из колодца глубиной 9 *м*. Коэффициент полезного действия насоса 40%. Мощность человека при длительной работе $\approx 0,1$ *л. с*. Сколько воды накачал садовник в час?

70. Подъёмный кран поднимает груз весом в 5 *T*. Мощность двигателя при кране 20 *л. с*. Коэффициент полезного действия крана 80%. Определить скорость подъёма груза.

71. Нефть качают из скважины глубиной 400 *м*. Для откачки поставлен насос с мотором 15 *л. с*. Коэффициент полезного действия насоса 80%. Какова суточная добыча нефти из этой скважины?

72. Определить полезную (эффективную) мощность паровой машины, диаметр поршня которой $d = 40$ *см*, а ход поршня $S = 60$ *см*. Пар давит на поршень с средней силой 5 *кГ* на 1 *см²* в зависимости от направления движения поршня как с левой, так и с правой стороны поршня. Машина делает 120 оборотов в минуту, и коэффициент полезного действия механизма, передающего движение от поршня к валу, равен 90%.

ГЛАВА I.

ТВЁРДЫЕ ТЕЛА, ЖИДКОСТИ И ГАЗЫ¹⁾

§ 4. Давление.

Пример. Сила $F = 20$ кГ действует на площадь $S = 1$ дм². Чему равно давление p ?

В данном случае $F = 20$ кГ, $S = 1$ дм² = 100 см², и следовательно:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ кГ/см}^2.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

73. Сила в 60 кГ действует на площадь в 4 м². Чему равно давление?

74. Определить силу, действующую на площадь 4 м², если производимое ею давление 2 кГ/см².

75. Давление равно 100 кГ/см², сила — 20 Г. На какую площадь действует сила?

76. Длина стола 1,2 м, ширина 0,75 м. Стол имеет четыре ножки с площадью основания 9 см² каждая. Вес стола 18 кГ. Какое давление на пол производит стол, если он стоит нормально? Чему будет равно давление, если перевернуть стол вверх ногами?

77. Человек в ботинках стоит на льду. Вес человека 80 кГ. Площадь соприкосновения подошв со льдом 200 см². Определить давление человека на лёд. Какое давление произведёт тот же человек на беговых коньках длиной 40 см с шириною лезвия 1 мм?

78. Танк весом 12,8 Т имеет гусеничный ход — 2 ленты шириною 0,4 м каждая. Длина части ленты, соприкасающейся с грунтом, равна 2 м. Определить давление танка на грунт.

79. Человек нажимает рукой на рукоятку шила с силою в 2 кГ. Площадь острья 0,1 мм². Чему равно давление, производимое острием шила?

¹⁾ Глава I составлена А. И. Крушевским и Ю. Г. Захаровым.

80. Определить давление шестиосного локомотива на рельсы, если вес локомотива 90 Т, а площадь соприкосновения каждого колеса с рельсом 5 см².

§ 5. Механические свойства твёрдых тел.

Пример. Какая требуется сила F , чтобы стальной стержень длиной $L = 1$ м и сечением $S = 1$ см² удлинить на $l = 1$ мм? При какой наименьшей нагрузке стержень разорвётся, если предел прочности равен $p = 70$ кг/мм²? Модуль Юнга $E = 22\,000$ кг/мм².

Решение. 1) На основании формулы $E = \frac{FL}{Sl}$ находим:

$$F = \frac{ESl}{L} = \frac{22\,000 \text{ кг/мм}^2 \cdot 100 \text{ мм}^2 \cdot 1 \text{ мм}}{1\,000 \text{ мм}} = 2200 \text{ кг}.$$

2) По определению $p = \frac{F}{S}$. Следовательно:

$$F = pS = 70 \text{ кг/мм}^2 \cdot 100 \text{ мм}^2 = 7000 \text{ кг}.$$

ЗАДАЧИ.

81. На квадратный стержень толщиной 2 см действует растягивающая сила 4 Т. Найти натяжение.

82. Вычислить натяжение проволоки диаметром 0,2 мм, к которой подвешен груз в 300 Г.

83. Проволока длиной 2 м удлинилась на 5 мм. Чему равно относительное удлинение?

84. Начальная длина проволоки 80 см. Относительное удлинение составляет 0,05%. Найти абсолютное удлинение.

85. Латунная проволока длиной 3 м и диаметром 2 мм под действием силы в 9,42 кг удлинилась на 1 мм. Найти модуль Юнга для латуни.

86. На алюминиевый стержень сечением 3 мм² действует сила 48 кг. Найти относительное удлинение стержня.

87. Железный брус длиной 1,2 м удлинился на 0,1 мм. Найти натяжение.

88. К резиновому шнуру подвесили груз в 10 Г, после чего шнур удлинился на 1 см. Вычислить модуль Юнга для резины, если начальная длина шнура 1 м и площадь поперечного сечения 10 мм².

89. Какую работу нужно совершить, чтобы резиновый шнур длиной в 1 м удлинить на 10 см, если площадь поперечного сечения шнура 1 см²? Обратит внимание на то, что в данном случае сила является переменной.

90. Под действием силы в 10 кг проволока длиной 2 м и сечением 4 мм² удлинилась на $\frac{1}{4}$ мм. На сколько удлинится сделанная из того же материала проволока длиной 5 м и сечением 3 мм² под действием силы в 8 кг?

91. Две проволоки одинаковой длины и сечения, одна железная, другая медная, подвешены вертикально. Внизу они соединены горизонтальным стержнем. Сохранится ли горизонтальность этого стержня, если к его середине подвесить значительный груз?

92. Какая требуется сила, чтобы разорвать круглый железный стержень диаметром 1 см? Прочность на разрыв 40 кг/мм².

93. При какой наименьшей длине свинцовая проволока оборвётся от собственной тяжести? Предполагается, что разрыв произойдёт вблизи точки подвеса. Прочность на разрыв для свинца 200 кг/см².

94. Рассчитать наибольшую допустимую высоту фабричной трубы, построенной из обыкновенного кирпича, если прочность на сжатие составляет 100 кг/см² и запас прочности выбран равным 10.

§ 6. Гидростатическое давление.

Пример 1. Сила давления, производимого на жидкость малым поршнем гидравлического пресса, равна 50 кг. Площадь малого поршня 4 см², площадь большого 300 см². Определить силу давления, производимого жидкостью на большой поршень.

Решение. По закону Паскаля жидкости передают давление, производимое на них, во все стороны равномерно; поэтому, обозначив силу давления, производимого на большой поршень, через x , можно написать следующее равенство:

$$\frac{50}{x} = \frac{4}{300}, \text{ откуда } x = \frac{300 \cdot 50}{4} = 3750 \text{ кг, или } 3,75 \text{ Т.}$$

Пример 2. Площадь S дна цистерны, наполненной керосином, равна 20 м². Определить F — силу давления, производимого керосином на дно цистерны, если высота столба керосина $h = 4$ м.

Решение. На основании правила для определения силы давления жидкости на дно сосуда можно написать следующее равенство:

$$F = d \cdot S \cdot h = 0,8 \cdot 20 \cdot 4 = 64 \text{ Т.}$$

Пример 3. Высота столба воды в одном из сообщающихся сосудов равна 36 см. Найти удельный вес кислоты, наполняющей другой сосуд, если высота столба её равна 30 см.

Решение. Зная, что высоты уровней разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах обратно пропорциональны их удельным весам, что выражается формулой $\frac{d_1}{d_2} = \frac{h_2}{h_1}$, можно написать следующее равенство, обозначив искомым удельный вес через x ;

$$\frac{36}{30} = \frac{x}{1}, \text{ откуда } x = \frac{36}{30} = 1,2 \text{ Г/см}^3.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Гидравлический пресс.

95. Площадь малого поршня гидравлического пресса 2 см², площадь большого 500 см². Определить силу давления, производимого большим поршнем, если на малый действует сила в 50 кг.

96. Сила давления, производимого на большой поршень гидравлического пресса, составляет 5 Т. Определить силу давления на малый поршень, если площадь большого поршня 5 дм², а малого 10 см².

97. На малый поршень действует сила в 5 кг. Поршень опустился на 15 см. Большой поршень поднялся на 3 мм. Какая сила действует на большой поршень?

98. Во время работы гидравлического пресса малый поршень опускается на 20 см. На сколько поднимается при этом большой поршень, если площади их 3 см² и 300 см²?

99. Чтобы спрессовать кипу хлопка, нужно площадку, соединённую с большим поршнем гидравлического пресса, поднять на 40 см. Сколько раз придётся опустить малый поршень пресса, если поршни цилиндрические с диаметром 1 см и 20 см и если малый поршень за один ход опускается на 20 см?

100. После 50 ходов малого поршня гидравлического пресса груз, находящийся на площадке, соединённой с большим поршнем гидравлического пресса, поднимается на 30 см. Диаметр большого поршня 10 см. Определить диаметр меньшего поршня, если он за один ход опускался на 15 см.

101. Площади поршней гидравлического пресса 2 см² и 400 см². Определить силу давления на большой поршень

и высоту его поднятия, если при опускании меньшего поршня на 20 см производится работа 10 кГм.

102. Давление в прессе во время работы равно 2 кГ/см^2 . При одном ходе малого поршня 12 см^3 масла переходит из малого цилиндра в большой. Найти работу, совершаемую при одном ходе малого поршня.

103. Гидравлический пресс, приспособленный для подъёма тяжёлых грузов на незначительную высоту, приводится в действие двигателем внутреннего сгорания. Определить мощность двигателя, если при подъёме груза в 30 Т малый поршень сделал 100 ходов в течение 1,25 мин., опускаясь за один ход на 30 см. Площади поршней относятся как 1 : 100, коэффициент полезного действия пресса равен 80%.

104. При помощи гидравлического пресса нужно поднять на высоту 60 см груз, вес которого 90 Т. Определить число ходов малого поршня в 1 мин., если за один ход он опускается на 20 см. Мощность двигателя при прессе 4 л. с., коэффициент полезного действия пресса 75%, отношение площадей поршней 1 : 100.

Давление собственного веса жидкости.

105. Определить силу давления на дно сосуда, наполненного спиртом, если площадь дна 60 см^2 и высота столба спирта 0,5 м.

106. В дне бака, наполненного спиртом, образовалось отверстие, площадь которого 20 см^2 . Чтобы прекратить вытекание спирта, приходится пластинку, закрывающую отверстие, удерживать силой в 12 кГ. Определить высоту уровня спирта в баке, если пластинка, закрывающая отверстие, весит 0,5 кГ.

107. В баке, наполненном водой, имеется боковое отверстие, площадь которого 12 см^2 , а расстояние от центра до уровня жидкости 6 м. Определить силу давления на пробку, закрывающую это отверстие.

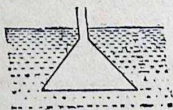


Рис. 1.

108. Определить силу давления жидкости на пробку по данным предыдущей задачи, но при условии, что бак наполнен керосином или кислотой с удельным весом $1,2 \text{ Г/см}^3$.

109. Отверстие воронки, опущенной в воду (рис. закрыто пластинкой, которая открывается, если в воронку налить 0,5 кГ воды. Оторвётся ли пластинка, если в воронку насыпать 0,5 кГ дроби?

110. Деревянный брус, рёбра которого 100 см, 20 см и 25 см, полностью погружён в воду так, что большая грань его является верхней и находится на расстоянии 0,2 м от уровня воды. Определить: 1) силу давления на верхнюю и нижнюю грани бруса; 2) направление и величину силы, нужной для удержания бруса в указанном положении. Вес бруса 3 кг.

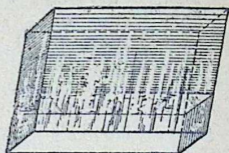


Рис. 2.

111. Определить силу давления на верхнюю и нижнюю грани того же бруса (задача 110) и силу, нужную для удержания его в указанном положении, если бы он был погружён в морскую воду; в керосин.

112. В сосуд, имеющий форму косоугольного параллелепипеда (рис. 2), налита ртуть. На какую из боковых стенок давление больше — на правую или на левую?

Сообщающиеся сосуды.

113. В один из сообщающихся сосудов, нижняя часть которых наполнена ртутью, наливается вода. Определить разницу в высоте уровней ртутных столбиков, если водяной столб будет иметь высоту 27,2 см высоты.

114. Определить разницу в высоте уровней ртути (задача 113), если вместо воды налить эфир, причём высота столба его будет 27,2 см.

115. Трубка диаметром 8 см опущена одним концом в воду, причём этот конец закрыт стеклянной пластинкой (рис. 3). Какой высоты столб керосина надо налить в трубку, чтобы пластинка упала, если глубина погружения этого конца 20 см, а пластинки 50 Г.

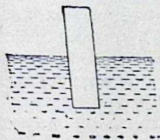


Рис. 3.

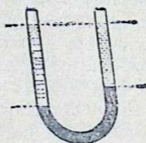


Рис. 4.

116. Нижняя часть U-образной трубки (рис. 4) заполнена ртутью. В левом колене находится глицерин, в другом — спирт, причём уровни жидкостей в обоих коленах расположены на высоте. Найти разницу в положениях уровней ртути в коленах трубки, если высота столба спирта 32 см.

§ 7. Атмосферное давление.

Пример 1. Атмосферное давление равно 767 мм. Определить силу давления, производимого атмосферой на поверхность книги, размер которой 20 см × 30 см.

Решение. При давлении, равном 767 мм, на 1 см² давит 13,6 · 1 · 76,7 = 1043 Г, или 1,043 кг. На поверхность книги, площадь которой 20 · 30 = 600 см², сила давления F будет:

$$1,043 \cdot 600 = 625,8 \text{ кг.}$$

Пример 2. Атмосферное давление на поверхности земли равно 772 мм. Определить давление на высоте 80 м.

Решение. Высоты столбов воздуха и ртути при одном и том же давлении будут обратно пропорциональны их удельным весам, так же как это было указано для уровней разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах. Поэтому, обозначив через x в сантиметрах высоту ртутного столба, соответствующего столбу воздуха высотой в 80 м, можно написать равенство:

$$\frac{x}{8000} = \frac{0,00129}{13,6}, \text{ откуда } x = \frac{8000 \cdot 0,00129}{13,6} = 7,6 \text{ мм.}$$

Следовательно, давление на высоте 80 м будет:

$$772 - 7,6 = 764,4 \text{ мм.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

117. Определить силу атмосферного давления на поверхность стола, длина которого 2,5 м, а ширина 0,75 м, если барометр показывает 775 мм.

118. Определить силу давления атмосферного воздуха на площадь, равную поверхности человеческого тела, если поверхность человека 1,35 м², а барометр показывает 750 мм.

119. Давление, производимое на дно сосуда, равно 10 кг/см². Выразить величину этого давления в физических атмосферах.

120. На малый поршень гидравлического пресса действует сила 200 кг. Определить величину производимого давления в физических атмосферах, если площадь поршня равна 4 см².

121. Гидравлический пресс построен на давлении в 50 технических атмосфер. Определить предельную силу давления на малый поршень гидравлического пресса, если диаметр малого поршня равен 3 см.

122. Колокол воздушного насоса представляет собой цилиндр с плоским дном; диаметр дна цилиндра 20 см. Какую силу надо приложить, чтобы поднять колокол, если атмосферное давление 752 мм ртутного столба, а манометр, помещённый под колоколом, показывает упругость оставшегося воздуха 3,2 мм ртутного столба. Вес колокола 2 кг.

123. Магдебургские полушария имеют форму плоских тарелок. Определить давление оставшегося в них воздуха в миллиметрах ртутного столба, если сила, способная разъединить тарелки, 323,7 кг. Диаметр тарелок 20 см, атмосферное давление 764 мм ртутного столба.

124. Сосуд содержит воздух, сжатый до давления 4 техн. атмосфер. Как велико атмосферное давление, если для удержания пробки, закрывающей круглое отверстие диаметром 2 см, необходима сила в 9,3 кг?

125. Ртутный барометр показывает давление 755 мм. Какова была бы высота столба в барометре, трубка которого содержала бы воду? масло с удельным весом 0,85 г/см³?

126. Разность уровней в ртутном манометре для малых давлений (рис. 5) равна 25 мм. Определить давление газа в граммах на квадратный сантиметр.

127. Манометр, наполненный серной кислотой, присоединён к крану газопроводной трубы. Разность уровней кислоты в трубках манометра 3,6 см. Как велико давление газа в трубках, если атмосферное давление равно 750 мм ртутного столба?

128. Манометр, укреплённый на магистрали водопровода, показывает давление воды 2,2 атмосферы (технической). Поднимается ли вода на четвёртый этаж дома, если кран установлен на высоте 18 м над уровнем магистрали? Какую силу нужно приложить, чтобы удержать воду от вытекания из крана во втором этаже, если площадь отверстия крана 4 см²? Кран находится на высоте 9 м над уровнем магистрали.

129. Чтобы производить работы на дне реки при закладке плотины, в воду опущен кессон в виде цилиндрического железного ящика. В кессон сверху накачивают воздух, чтобы выгнать из него всю воду. Определить в технических атмосферах давление воздуха внутри кессона, если глубина реки в этом месте равна 12 м и вода в кессоне стоит на 80 см выше его основания. Атмосферное давление 760 мм ртутного столба.

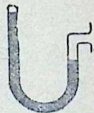


Рис. 5.

130. Из сосуда *A* частично выкачан воздух (рис. 6). Определить давление оставшегося воздуха в миллиметрах ртутного столба, если разность уровней насыщенного раствора медного купороса в трубке *B* равна 35 см. Атмосферное давление 760 мм ртутного столба.

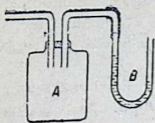


Рис. 6.

131. Давление на поверхности воды равно 740 мм ртутного столба. Чему равно давление в миллиметрах ртутного столба и в килограммах на квадратный сантиметр на глубине 5 м в пресной воде?

132. Давление на поверхности воды равно 770 мм ртутного столба. На какой глубине в морской воде давление равно $3,5 \text{ кг/см}^2$?

133. Давление на поверхности воды 765 мм ртутного столба. На какой глубине в морской воде давление в три раза больше атмосферного?

134. На поверхности воды давление воздуха 740 мм, на дне пруда — 900 мм ртутного столба. Определить глубину пруда.

135. На дне пруда, глубина которого 2 м, барометр показывает 888 мм. Определить давление на поверхности воды.

136. Подводная лодка погрузилась на глубину 98 м. Во сколько раз увеличилась сила давления на неё, если на поверхности воды давление равно 735 мм ртутного столба?

137. В Тихом океане наибольшая глубина определяется в 9,5 км. Вычислить давление на такой глубине в килограммах на квадратный сантиметр и в физических атмосферах. Атмосферное давление в расчёт не принимать.

138. На дне шахты барометр показывает 802,7 мм, а на поверхности земли 755 мм ртутного столба. Определить глубину шахты.

Примечание. При решении этой задачи и следующих изменение удельного веса воздуха с изменением высоты в расчёт не принимать.

139. Определить величину давления воздуха на высоте 60 м, если на поверхности земли давление равно 760 мм ртутного столба.

140. У основания башни барометр показывает давление 748,8 мм ртутного столба. Определить высоту башни, если давление на вершине её в это же время 725 мм ртутного столба.

141. Определить силу давления воздуха на площадь, равную поверхности аэростата, на высоте 1000 м, если на поверхности земли барометр показывает 744,9 мм, а диаметр аэростата равен 30 м.

142. Барометр во время полёта аэроплана показывал наименьшее давление 703 мм ртутного столба. Определить наибольшую высоту подъёма аэроплана, если на поверхности земли давление в это время было 760 мм ртутного столба.

143. При подъёме аэроплана давление на поверхности земли было 757 мм ртутного столба. Определить давление, которое показывал барометр на аэроплане, поднимавшемся на высоту 700 м.

144. Высота Москвы над уровнем моря 140 м. Барометр показывает 760 мм. Каково было бы показание барометра, если бы Москва находилась на уровне моря?

§ 8. Закон Архимеда.

Пример 1. Кусок серебра в воздухе весит 21 Г. Вычислить вес его при погружении в воду.

Решение. При погружении в воду кусок металла будет весить меньше на столько, сколько весит вода в объёме куска серебра; объём же куска серебра будет: $\frac{21}{10,5} = 2 \text{ см}^3$.

Вес воды в объёме 2 см³ равен 2 Г.

Следовательно, кусок серебра при погружении в воду будет весить:

$$21 - 2 = 19 \text{ Г.}$$

Пример 2. Сколько будет весить кусок меди при погружении в спирт, если вес в воздухе равен 26,7 Г?

Решение. Объём меди равен $26,7 : 8,9 = 3 \text{ см}^3$, спирт в объёме 3 см³ весит $0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ Г}$. Следовательно, вес куска меди при погружении в спирт будет:

$$26,7 - 2,4 = 24,3 \text{ Г.}$$

Пример 3. При погружении в спирт кусок железа весит 28,8 Г. Определить вес его в воздухе.

Решение. Обозначим вес железа в воздухе через x . Следовательно, объём железа равен $\frac{x}{7,8}$, а вес спирта в объёме железа $\frac{0,8 \cdot x}{7,8}$.

На основании закона Архимеда можно написать равенство:

$$x - \frac{0,8 \cdot x}{7,8} = 28,8 \text{ Г, откуда } x \approx 32,1 \text{ Г.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

145. Кусок металла в воздухе весит 31,2 Г, а при погружении в воду — 27,2 Г. Определить удельный вес металла и назвать этот металл.

146. Сколько весит в воздухе, в воде и в керосине кусок железа, объём которого 40 см³?

147. Железная балка, вес которой в воздухе 4 Т, погружена в морскую воду. Определить силу, нужную для подъёма этой балки в морской воде.

148. Железный стержень, погружённый в воду, весит меньше, чем в воздухе, на 10 кг. Определить вес его в воздухе.

149. Шар из красной меди при погружении в спирт весит меньше, чем в воздухе, на 79 Г. Определить вес этого шара в воздухе и в воде.

150. Кусок серебра при погружении в воду весит 950 Г. Определить вес этого куска в воздухе и в спирте.

151. Для определения по закону Архимеда удельного веса тел, растворяющихся в воде, их погружают не в воду, а в какую-нибудь другую жидкость, в которой тело не растворяется и удельный вес которой известен. Кусок поваренной соли в воздухе весит 21,5 Г, а в эфире 14,3 Г. Определить удельный вес поваренной соли.

152. Кусок медного купороса в воздухе весит 66 Г, а в керосине — 42 Г. Определить удельный вес медного купороса.

153. Кусок стекла в воздухе весит 25 Г, а при погружении в керосин — 17 Г. Определить удельный вес керосина.

154. Кусок пробки весит 40 Г. Какая сила нужна для погружения пробки в воду? в керосин?

155. Кусок пробки весом в 1,2 Г привязан к куску железа, вес которого 11,7 Г. При погружении этих связанных тел в воду вес их равен 6,4 Г. Определить удельный вес пробки.

156. Кусок воска весом 2,88 Г привязан к куску меди, вес которого 8,9 Г. При погружении в воду вес этих связанных тел равен 7,78 Г. Определить удельный вес воска.

157. Кусок металла, представляющий сплав меди и серебра, в воздухе весит 245 Г, а при погружении в воду — 221,6 Г. Сколько серебра и сколько меди в этом куске?

158. В состав сплава входят медь и серебро в отношении 8 : 1 по весу. Сколько будет весить в воздухе и в воде кусок такого сплава, объём которого 10 см^3 ?

159. Слиток из золота и серебра в воздухе весит 300 Г , а при погружении в воду — $275,6 \text{ Г}$. Определить вес золота и серебра в слитке.

160. Слиток золота, вес которого 968 Г , при погружении в воду весит 918 Г . Определить содержит ли слиток примеси.

161. Кусок железа плавает в ртути. Какая часть куска погружена в ртуть?

162. Тело, имеющее форму куба с ребром 1 м , плавает в воде, причём глубина погружения нижней грани равна 25 см . После того как на тело положили камень, объём которого 10 дм^3 , глубина погружения нижней грани увеличилась на 2 см . Определить удельный вес тела и удельный вес камня.

163. Рассчитать объём пробкового пояса, необходимого для удержания человека в морской воде так, чтобы голова и плечи ($\frac{1}{8}$ объёма) не были погружены в воду. Вес человека 70 кг , объём $65,4 \text{ дм}^3$.

164. Площадь сечения парохода вдоль ватерлинии равна 4000 м^2 . Глубина осадки парохода, находящегося в морской воде, по окончании нагрузки увеличилась на $1,5 \text{ м}$. Определить вес груза, принятого пароходом.

165. На сколько увеличится глубина осадки парохода, площадь сечения которого вдоль ватерлинии равна 3500 м^2 , если пароход примет 2500 Т груза и будет находиться в морской воде? в пресной воде?

166. Пробирка, содержащая некоторое количество дроби, погружается в спирт до нанесённой на пробирке метки (рис. 7). Вес пробирки с дробью 56 Г . Сколько дроби надо добавить в пробирку, чтобы онагрузилась до той же метки в серной кислоте?

167. Тело в воздухе весит 11 кг , а при погружении в воду — 1 кг . Найти вес этого тела в пустоте.

168. Сколько должна весить оболочка шара, наполненного водородом, чтобы шар «ничего не весил» в воздухе? Объём шара равен 800 м^3 .

169. Рассчитать объём наполненного светильным газом шара, способного поднять одного человека весом в 70 кг . Вес оболочки и корзины 18 кг , удельный вес светильного газа $0,00042 \text{ Г/см}^3$.

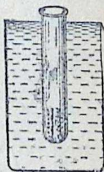


Рис. 7.

170. Определить подъёмную силу аэростата, вмещающего $1\,500\text{ м}^3$ водорода, если оболочка и гондола со всеми приборами весят 815 кг .

171. В каком случае даже при самом точном взвешивании не надо делать поправку на потерю веса в воздухе?

ГЛАВА II.

ТЕПЛОТА.

§ 9. Количество теплоты ¹⁾. Теплоёмкость тела и удельная теплоёмкость вещества. Температура смеси.

Пример 1. Сколько теплоты Q необходимо затратить, чтобы нагреть кусок меди массой $m = 180\text{ г}$ на $t = 4,2^\circ$?

Решение. Задача решается путём следующих рассуждений: чтобы нагреть 1 г меди на 1° , необходимо $c = 0,09\text{ кал}$ (по таблице в конце книги). Для нагревания 180 г меди на 1° потребуется теплота в 180 раз больше, т. е. $0,09\text{ кал} \cdot 180\text{ кал}$, а для нагревания на $4,2^\circ$ — в $4,2$ раза больше.

Необходимое количество теплоты:

$$x = 0,09 \cdot 180 \cdot 4,2 \approx 68\text{ кал.}$$

То же самое получается с подстановкой по формуле $Q = c \cdot m \cdot t$.

Пример 2. Кусок нагретого железа в $1,4\text{ кг}$ погружён в $2,1\text{ л}$ воды с начальной температурой 7° , после чего температура воды поднялась до $18,3^\circ$. Определить начальную температуру железа.

Решение. Обозначив искомую температуру через x , можем записать, что железо охладится на $x - 18,3^\circ$.

Так как удельная теплоёмкость железа по таблице равна $0,11 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \times \text{градус}}$, то на основании таких же рассуждений, как в предыдущей задаче, можем записать, что железо должно отдать:

$$0,11 \cdot 1,4 \cdot (x - 18,3)\text{ ккал теплоты.}$$

С другой стороны, вода нагревается на $18,3^\circ - 7^\circ$ и получает, таким образом: $1 \cdot (18,3 - 7) \cdot 2,1\text{ ккал}$ теплоты, где

¹⁾ Примем обозначения *кал* — малая калория (грамм-калория) *ккал* — большая калория (килограмм-калория).

множитель 1 представляет собой удельную теплоёмкость воды.

Количества теплоты, отданное железом и полученное водой, должны быть равны между собой. Таким образом, получаем так называемое уравнение теплового баланса:
 $0,11 \cdot 1,4 \cdot (x - 18,3) = (18,3 - 7) \cdot 2,1$, откуда $x \approx 172^\circ$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Количество теплоты.

172. Сколько теплоты надо затратить, чтобы вскипятить воду в самоваре, вмещающем 6 л? Начальная температура воды 7° .

173. Какое количество теплоты отдаёт вода пруда площадью 420 м^2 и средней глубиной 1,4 м при остывании на 1° ?

174. На сколько градусов нагреется стакан воды (250 г), если ему сообщить 1 ккал теплоты?

175. Какое количество воды можно нагреть от 15° до кипения, затратив 170 ккал теплоты?

176. Серебряный рубль весом 18 Г вносится с улицы, где температура -15° , в комнату с температурой воздуха $+20^\circ$. Определить, какое количество тепла поглощает при этом рубль.

177. В медную кастрюлю, вес которой 0,8 кг, налито 2,4 кг воды при температуре $+14^\circ$. Кастрюля с водой ставится на очаг, и вода нагревается до кипения. Рассчитать количество теплоты, идущее на нагревание кастрюли и на нагревание воды.

178. Для нагревания кирпича весом 4 кг от 15° до 30° израсходовано 12 ккал тепла. Найти теплоёмкость кирпича и удельную теплоёмкость его.

179. Кусок серебра, кусок меди и кусок железа имеют одинаковый объём, до 1 дм^3 каждый. Найти теплоёмкость каждого куска.

180. Найти удельную теплоёмкость латуни, если на нагревание латунной гири весом 200 Г от $+12^\circ$ до $+16,4^\circ$ пошло 81,8 кал теплоты.

181. Для нагревания 100 г ртути на 100° затрачено такое же количество теплоты, как и для нагревания 100 г воды на $3,3^\circ$. Найти удельную теплоёмкость ртути.

182. На нагревание куска льда весом 600 Г израсходовано 2,1 ккал теплоты, после чего кусок льда принял температуру -5° . Определить начальную температуру льда.

183. Кусок железа весом 100 Г имеет температуру 71° . Какова будет температура куска железа, если он отдаст вследствие остывания 1 ккал теплоты?

184. На сколько градусов нагреется кусок железа весом 10 кг, получивший то же самое количество теплоты, которое нагревает 5 кг воды от 0° до кипения?

185. Определить вес железной гири, на нагревание которой от $+12^{\circ}$ до $+22,5^{\circ}$ было затрачено 2310 кал теплоты.

Температура смеси воды.

186. Смешивают 10 л воды при 9° и 2 л при 90° . Определить температуру смеси.

187. Смешивают 1 л горячей воды с 2 л воды при 11° . Температура смеси оказывается 39° . Найти температуру горячей воды.

188. В ванну влило 210 л воды при 10° . Сколько кипятку надо прилить в ванну, чтобы температура воды была 37° ?

189. Для ванны нужно приготовить 320 л воды при температуре 36° . В колонке температура нагретой воды 78° , и из водопровода идёт вода при температуре 8° . Сколько надо взять той и другой воды для приготовления ванны?

Уравнение теплового баланса.

190. Смешано 1,66 кг воды при температуре $14,2^{\circ}$ и 2,4 кг ртути, нагретой до 100° . После перемешивания окончательная температура установилась $18,1^{\circ}$. Определить удельную теплоёмкость ртути.

191. Для определения удельной теплоёмкости железа в калориметр, содержащий 226 г воды при $16,2^{\circ}$, погружили 60 г железа, нагретого до 100° . Окончательная температура в калориметре установилась $18,6^{\circ}$. Как велика удельная теплоёмкость железа? Теплоёмкостью сосуда пренебречь.

192. 4,65 кг воды, взятой при температуре 13° , хотят нагреть до 35° погружением в воду железа, нагретого до 500° . Определить, какое количество железа необходимо погрузить в воду.

193. Для определения температуры печи в ней нагревают железное кольцо весом 0,6 кг и бросают его в сосуд, содержащий 5,65 л воды с начальной температурой

7,2°. Окончательная температура в сосуде установилась 13,2°. Определить температуру печи. Нагреванием сосуда пренебречь.

194. Некоторое количество воды имеет температуру 20°. В воду вливается такое же по весу количество ртути. Температура смеси получилась 21°. Определить первоначальную температуру ртути.

195. Медное тело, масса которого 300 г, нагретое до 100°, внесено в воду, масса которой 100 г и температура 10°. Какая установится окончательная температура?

196. В стакан налита вода при температуре 80°. На сколько градусов понизится температура воды, если в стакан опустить серебряную ложку весом 50 Г? Воды в стакан налито 250 г; температура ложки 10°.

197. Определить температуру смеси 800 г воды, взятой при температуре 10°, и 600 г железа, взятого при температуре 100°, если известно, что потери теплоты при перенесении железа в воду достигают 20%.

198. В калориметр, содержащий 340 г воды при 12,6°, опущено медное тело массой в 200 г, нагретое до температуры 100°. Окончательная температура в калориметре установилась 16,8°. Найти теплоёмкость (водяной эквивалент) калориметра.

199. В латунный калориметр весом 128 Г, содержащий 240 г воды при температуре 8,4°, опущено металлическое тело весом 192 Г, нагретое до температуры 100°. Окончательная температура в калориметре установилась 21,5°. Определить удельную теплоёмкость испытуемого тела.

200. В металлическом сосуде было 400 г воды при температуре 15°. В него влили ещё 220 г воды при температуре 69°. Температура смеси получилась 33°. Сколько теплоты пошло на нагревание сосуда? Чему равна теплоёмкость сосуда?

201. В кастрюлю налили 4 кг воды при температуре 20°, 2 кг воды при температуре 50° и 1 кг воды при температуре 100°. Определить температуру смеси. Нагреванием кастрюли пренебречь.

202. Медная кастрюля весит 500 Г. Она содержит 1 кг воды при температуре 20°. Сколько кипятку нужно долить, чтобы температура смеси получилась 50°?

203. Взято 200 г воды при температуре 20° и в неё погружено 60 г железа, нагретого до температуры 100°, и 20 г меди, нагретой до температуры 50°. Определить среднюю установившуюся температуру.

§ 10. Теплотворная способность.

Механический эквивалент теплоты.

Пример 1. Рассчитать, сколько необходимо сжечь древесного угля для кипячения 7,5 л воды, взятой при температуре 4°, в медном самоваре весом 6 кг. Коэффициент полезного действия самовара 30%.

Решение. Обозначим израсходованное количество угля в килограммах через x . Так как по таблице теплотворной способности топлива теплотворная способность древесного угля составляет 8000 ккал/кг, то при сгорании x килограммов может выделиться $8000 \cdot x$ ккал теплоты. По условиям задачи из всего выделившегося тепла самоваром используется 30%, т. е.:

$$\frac{8000 \cdot x \cdot 30}{100} \text{ ккал.}$$

С другой стороны, количество тепла, необходимое для нагревания воды в самоваре и самого самовара от 4° до 100°, может быть представлено:

$$1 \cdot 7,5(100 - 4) + 0,09 \cdot 6(100 - 4) = (7,5 + 0,09 \cdot 6) \cdot (100 - 4) \text{ ккал.}$$

Составляем уравнение теплового баланса:

$$\frac{8000 \cdot x \cdot 30}{100} = (7,5 + 0,09 \cdot 6) \cdot (100 - 4),$$

откуда:

$$x \approx 0,322 \text{ кг} \approx 322 \text{ г.}$$

Пример 2. Определить мощность паровой машины, расходующей в 1 час 90 кг каменного угля при коэффициенте полезного действия 5%.

Решение. По таблице находим теплотворную способность каменного угля 7000 ккал/кг; таким образом, при сгорании 90 кг каменного угля выделяется $7000 \cdot 90$ ккал теплоты, из которых получается:

$$\frac{7000 \cdot 90 \cdot 427 \cdot 5}{100} \text{ кгм полезной работы.}$$

Эта работа производится паровой машиной в течение часа; следовательно, полезная мощность машины представится:

$$\frac{7000 \cdot 90 \cdot 427 \cdot 5}{100 \cdot 60 \cdot 60} \text{ кгм/сек, или: } \frac{7000 \cdot 90 \cdot 427 \cdot 5}{100 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 75} \text{ л. с.} \approx 50 \text{ л. с.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Теплотворная способность топлива.

204. На сколько градусов можно нагреть 5 кг воды, используя всю теплоту, выделенную при сгорании 15 г керосина?

205. В резервуар примуса, коэффициент полезного действия которого 40%, налито 0,5 кг керосина. Какое количество воды можно вскипятить, используя весь керосин, если начальная температура воды 20°?

206. Сколько каменного угля надо сжечь в плавильной печи для нагревания 21 т чугуна, имеющего температуру 15°, до температуры плавления 1165°, если коэффициент полезного действия печи 15%?

207. Для поддержания жилой температуры в комнате требуется в сутки 24 000 ккал. Комната отапливается голландской печью с коэффициентом полезного действия 30%. Сколько берёзовых дров нужно ежедневно расходовать на отопление?

208. Вычислить коэффициент полезного действия самовара, вмещающего 28 л воды, если для кипячения воды, взятой при 8°, необходимо 1,4 кг древесного угля.

209. На примусе, коэффициент полезного действия которого 40%, нагреваются до кипения 5 кг воды, налитой в медную кастрюлю весом 5 кг. Начальная температура воды 12°. Определить расход керосина на нагревание воды и нагревание кастрюли.

210. Комната размерами 4 м × 5 м × 3 м теряет через холодные стены и окна 6 ккал в минуту. Какое количество дров нужно сжечь в печи с коэффициентом полезного действия 20%, чтобы в течение суток поддержать температуру комнатного воздуха без изменения? Сколько дров нужно сжечь, чтобы сверх того нагреть воздух в комнате на 10°?

211. Рассчитать, сколько необходимо затратить бензина для нагревания 10 кг воды, взятой при 20°, на столько же градусов, на сколько повышается температура этой воды при погружении в неё 5 кг железа, взятого при 1075°. Коэффициент полезного действия бензиновой горелки 50%.

Механический эквивалент теплоты.

212. Скольким малым калориям эквивалентны 5 кгм работы?

213. Сколько килограммометров работы надо произвести, чтобы эквивалентным количеством теплоты нагреть

до кипения стакан воды (250 г) с начальной температурой 8° ?

214. На сколько градусов повысится температура стакана воды (250 г), если ему сообщить количество теплоты, эквивалентное 100 кГм работы?

215. На сколько градусов нагревался бы каждый литр воды водопада с высотой падения 10 м, если бы вся энергия падения шла на нагревание воды?

216. Давление в цилиндре паровой машины 12 атмосфер. Площадь поршня 300 см² и длина хода его 50 см. Рассчитать, сколько калорий выделяет пар за один ход поршня.

217. Мотор мощностью 0,1 л. с. в течение пяти минут вращает лопасти винта внутри калориметра, в котором находится 5 л воды. На сколько градусов нагрелась вода?

218. Свинцовая ружейная пуля при выстреле вертикально вверх достигла высоты 1200 м. При обратном падении она, ударившись о землю, нагрелась. Считая, что 50% всей энергии удара пошло на нагревание пули, рассчитать, на сколько повысится при этом её температура.

219. Каждый квадратный сантиметр поверхности земли при полном поглощении перпендикулярно падающих солнечных лучей получает около 1 кал в минуту. Сколько больших калорий получит 1 м² поверхности земли в течение 8 часов и какую это составит мощность в лошадиных силах?

220. Железный молот, вес которого 1 кГ, во время работы в течение 2 мин. нагрелся на 30° . Полагая, что теплота, пошедшая на нагревание молота, составляет 40% всей теплоты, выделившейся за счёт произведённой работы, определить количество всей произведённой работы и мощность её.

221. На сколько градусов может нагреться кусок меди весом в 1 кГ, если он упадёт с высоты 500 м, при полном превращении механической энергии в тепловую? Рассчитать, какое количество угля следовало бы сжечь, чтобы получить такую же энергию.

222. Двигатель внутреннего сгорания расходует в один час 25,3 кг нефти. Коэффициент полезного действия двигателя 25%. Определить мощность двигателя.

223. Рассчитать расход нефти в 1 час на 1 л. с. в двигателе внутреннего сгорания с коэффициентом полезного действия 30%.

224. Рассчитать стоимость работы в течение часа 1 л. с. двигателя Дизеля с коэффициентом полезного действия

30% и паровой машины Уатта с коэффициентом полезного действия 5%. Двигатель Дизеля работает на нефти стоимостью 5 коп. за 1 кг, а паровая машина — на каменном угле стоимостью 1,4 коп. за 1 кг.

225. Паровая машина мощностью 140 л. с. расходует в час 105,4 кг угля. Определить коэффициент полезного действия машины.

226. Полезная мощность генераторов Волховстроя составляет в общей сложности 80 000 л. с. Рассчитать, сколько вагонов каменного угля расходовалось бы в течение суток для получения такой же мощности при помощи паровых турбин с коэффициентом полезного действия 20%. Вагон вмещает 16,5 т угля.

227. Паровоз, коэффициент полезного действия которого 8%, работает три часа со средней мощностью 400 л. с. Сколько угля израсходует он за это время?

228. Медная кастрюля с водой нагревается примусом до кипения. Вес кастрюли 2 кг. Воды налито в кастрюлю 5 кг. Начальная температура 20°. Коэффициент полезного действия примуса 40%. Вычислить, сколько сгорело керосина и какова полезная мощность примуса, если вода нагревалась 20 мин.

Примечание. Нагревание кастрюли отнести к полезному действию примуса.

229. Паровая машина с коэффициентом полезного действия 10% служит для подъёма воды, причём за 5 часов поднимает 300 т воды на высоту 45 м. Найти её полезную мощность и количество угля, потраченного ею за это время.

230. Определить расход бензина в двигателе автомобиля при проезде 300 км, если при средней мощности двигателя 30 л. с. скорость его движения 20 км/час. Коэффициент полезного действия двигателя 16%.

231. Авиационный мотор мощностью в 400 л. с. имеет коэффициент полезного действия 30%.

Определить, сколько бензина надо на перелёт Москва—Ленинград (650 км) при скорости полёта 180 км/час.

232. Рассчитать, каков должен быть заряд пороха в ружье, чтобы пуля весом в 50 Г при выстреле вертикально вверх поднялась на высоту 2 км. Коэффициент полезного действия ружья 15%. Теплотворная способность пороха 700 ккал/кг. Сопротивлением воздуха пренебречь.

233. Паровая машина с коэффициентом полезного действия 15% развивает мощность 10 л. с. и в течение 7 час.

работы расходует 42 кг угля. Найти теплотворную способность угля.

234. Самолёт, снабжённый мотором мощностью 240 л. с., поднимается на высоту 1000 м. Вес самолёта 3,5 т. Определить, во сколько времени самолёт совершит указанный подъём и расход бензина на подъём за это время, если на подъём тратится 35% мощности мотора. Коэффициент полезного действия мотора 25%.

235. Для работы двигателя с коэффициентом полезного действия 16% запасена нефть в количестве 5,4 т. Определить, на сколько дней хватит этого запаса топлива, если средняя мощность двигателя во время работы 20 л. с. Рабочий день равен 8 час.

236. Автомобиль совершил пробег в 128,1 км со средней скоростью 40 км/час. Израсходовано бензина на этом пути 24,3 кг. Коэффициент полезного действия мотора 25%. Какую среднюю мощность развивал мотор автомобиля во время пробега?

237. На паровозе, ведущем состав, имеется запас угля в количестве 5 т. При скорости поезда 30 км/час паровоз развивает среднюю мощность 700 л. с. Определить, на какое расстояние хватит имеющегося запаса угля, если коэффициент полезного действия паровоза 9%.

238. Средняя мощность мотора автомобиля 40 л. с., а коэффициент полезного действия его 25%. На расстоянии 854 км было израсходовано всего 216 кг бензина. Определить, с какой средней скоростью было пройдено всё расстояние.

239. Средняя мощность паровоза во время движения поезда 320 л. с. Средняя скорость движения 50 км/час. Рассчитать расход нефти на 1 км пути, если коэффициент полезного действия паровоза 8%.

§ 11. Тепловое расширение тел.

Пример 1. Длина медного масштаба при температуре 0° равна 1 м. Найти, на сколько увеличится длина его при температуре 100° .

Решение. Так как по таблице коэффициентов расширения коэффициент линейного расширения меди равен 0,000017, то это значит, что 1 мм меди при нагревании на 1° увеличивает свою длину на 0,000017 мм; следовательно, 1000 мм при нагревании на 1° увеличатся на: $0,000017 \cdot 1000$ мм, и при нагревании на 100° — на $0,000017 \cdot 1000 \cdot 100 = 1,7$ мм.

Тот же самый результат мы могли получить соответствующей подстановкой в формулу $l_t = l_0(1 + \alpha t)$.

Пример 2. Сколько по объёму выйдет воздуха из комнаты размерами $6 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 5 \text{ м}$ при повышении температуры его от 27° до 28° ?

Решение. Объём воздуха при 27° будет равен:

$$6 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 5 \text{ м} = 120 \text{ м}^3 = 120\,000 \text{ л.}$$

Объём воздуха при 0° на основании формулы $v_t = v_0(1 + \beta t)$ может быть получен из равенства:

$$120\,000 = v_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot 27\right),$$
$$120\,000 = v_0 \frac{300}{273}, \quad v_0 = \frac{120\,000 \cdot 273}{300}.$$

При температуре 28° объём воздуха выразится через

$$v = \frac{120\,000 \cdot 273}{300} \left(1 + \frac{28}{273}\right),$$
$$v = \frac{120\,000 \cdot 273 \cdot 301}{300 \cdot 273} = 120\,400 \text{ л.}$$

Выйдет воздуха из комнаты $120\,400 - 120\,000 \text{ л} = 400 \text{ л}$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Линейное расширение.

240. Железная мостовая ферма при 0° имеет длину 20 м. На сколько увеличится длина фермы при наибольшей летней температуре, равной 50° ?

241. Принимая во внимание, что зимой температура может падать до -40° , рассчитать, на сколько может изменяться длина фермы предыдущей задачи при колебаниях температуры в течение года от наибольшей летней до наименьшей зимней.

242. На сколько увеличивается длина медной телефонной проволоки, натянутой между Москвой и Ленинградом (расстояние между городами $\approx 650 \text{ км}$), летом при температуре 30° по сравнению с зимой при температуре -20° ?

243. Латунная пластинка должна иметь при температуре 0° длину 30 см. Рассчитать, какую длину следует ей придать, если она изготавливается при температуре 20° ?

244. Медный брусок при температуре 50° имеет длину 200,17 см. Найти длину его при температуре 0° .

245. Латунный шар при 0° имеет диаметр 5 см. На сколько увеличится диаметр шара, если шар нагреть до 500° ?

246. Антенна из медной проволоки при 0° имеет длину 40 м. Какова будет её длина при температуре -30° ?

247. Железный обруч при температуре 400° имеет диаметр 75 см. Чему будет равен его диаметр при 0° ?

248. Медная линейка при 0° имеет длину 50 см. При какой температуре её длина увеличится на 1 мм?

249. Деревянное колесо, радиус которого равен 60 см, стягивают железной шиной с радиусом на 3 мм меньше. До какой температуры следует разогреть шину, чтобы можно было её надеть на колесо?

250. Измеренная длина свинцового стержня при температуре 10° оказалась 60,34 см. После нагревания до 100° измерение длины дало 60,50 см. Определить на основании этих измерений коэффициент линейного расширения свинца.

251. При температуре 0° железный стержень имеет длину 604 мм, а цинковый — 600 мм. При какой температуре их длины сравняются, если нагревать оба стержня?

252. Латунный стержень длиной 102,44 см при температуре 15° одним концом зажат неподвижно, а другим концом упирается в короткое плечо перпендикулярно к нему установленного рычага 1-го рода. Отношение плеч рычага 1:15. При нагревании стержня до 100° конец длинного плеча рычага переместился на 2,61 см. Определить коэффициент линейного расширения латуни.

253. Величина зазора между железнодорожными рельсами при температуре 0° оказалась равной 0,6 см. Рассчитать, до какой температуры должны разогреться рельсы, чтобы зазор закрылся. Длину рельса принять равной 10 м.

254. Железный стержень, при температуре 0° имеющий длину 60 см, будучи помещён в печь, удлинился на 6,5 мм. Определить температуру печи.

255. Латунный шар, диаметр которого 8 см, при температуре 15° свободно проходит через металлическое кольцо и ещё остаётся зазор 0,5 мм с каждой стороны. Рассчитать, при какой температуре шар расширится настолько, что перестанет проходить сквозь кольцо.

256. Железной балке длиной 6,25 м и сечением 24 см² сообщили 5148 ккал теплоты. Рассчитать удлинение балки.

257. Латунный прут весом $4,25 \text{ кг}$ и сечением 5 см^2 , взятый при 0° , от нагревания удлинился на $0,3 \text{ мм}$. Сколько калорий теплоты затрачено на его нагревание?

258. Железный лист при температуре 0° имеет в длину 1 м , в ширину $0,75 \text{ м}$. На сколько увеличится площадь такого листа при нагревании до 40° ?

259. Определить площадь латунной пластинки при температуре 110° , если при температуре 10° она равна 120 см^2 .

260. Какая должна быть приложена сила к стальному рельсу длиной 10 м и площадью поперечного сечения 50 см^2 , чтобы получить такое же удлинение его, какое происходит при повышении температуры рельса от 0° до 40° ?

261. С какой силой давит на стены наглухо заделанный в них железный брус при повышении температуры на 30° ? Длина бруса 5 м и площадь поперечного сечения 20 см^2 .

Объёмное расширение.

262. Объём свинцового шара при температуре 20° равен $1,8 \text{ дм}^3$. Определить, на сколько увеличится объём этого шара при нагревании его до 100° .

263. Какой объём займёт 1 л воздуха, взятого при 0° , при повышении температуры его на 10° ?

264. Рассчитать, на сколько увеличивается объём железного куба при нагревании до температуры 500° , если ребро его, измеренное при температуре 0° , равно 10 см .

265. Керосин, взятый при температуре 0° , занимает объём 10 л . На сколько градусов должен нагреться керосин, чтобы объём его увеличился на 100 см^3 ?

266. При какой температуре объём газа, взятого при 0° , уменьшится в три раза?

267. Стеклянная колба вмещает при 0° точно 400 см^3 . Колба наполнена при этой температуре ртутью и затем нагрета до температуры 100° , причём ртути вытекло $6,12 \text{ см}^3$. Определить коэффициент объёмного расширения ртути.

268. При температуре 20° керосин и серная кислота взяты в одинаковом объёме — по 500 см^3 . Какая будет разница в объёме этих жидкостей при 0° ?

269. Нефть содержится в железной цилиндрической цистерне, высота которой 6 м , а диаметр основания 5 м . При температуре 0° нефть не доходит до краёв цистерны

на 20 см. Рассчитать, при какой температуре нефть начала бы переливаться через края цистерны. Расчёт сделать для двух случаев: 1) без учёта расширения цистерны; 2) с учётом расширения цистерны.

270. Медный шар весом 17,8 кг при нагревании от 0° увеличил свой объём на 10,3 см³. Сколько калорий теплоты затрачено на его нагревание?

Изменение удельного веса при нагревании.

271. Вычислить удельный вес железа, нагретого до температуры 1000°.

272. Удельный вес ртути, равный 13,596 г/см³, определён для температуры 0°. Найти удельный вес ртути при -15°.

273. Спирт, взятый при температуре 0° в объёме 500 см³, весит 400 г. Определить удельный вес спирта при температуре 15°.

274. Определить объём латунной гири весом в 2 кг при температуре 40°.

275. 10 л спирта при 10° весят 7,9 кг. Сколько будет весить спирт, взятый в том же объёме при 30°?

276. Определить коэффициент объёмного расширения керосина, если 500 см³ керосина при 0° весят 400 г, а при 60° весят 375 г.

277. Найти вес воздуха в комнате, размеры которой 4 м × 5 м × 5 м, при температуре 27°.

278. Рассчитать, на сколько увеличится вес воздуха в комнате при понижении температуры от +27° до +7° при неизменном давлении. Размеры комнаты 4 м × 6 м × 5 м.

279. Железный брусок длиной 40 см с сечением 30 см² при температуре 0° погружён в сосуд, содержащий 20 кг воды при температуре 90°. Определить температуру, какую примет брусок в воде, и определить объём его при этой температуре.

280. Определить коэффициент расширения ртути при помощи сообщающихся сосудов, если высота столба ртути в одном из сообщающихся сосудов при температуре 0° равна 39,3 см, а в другом при температуре 100° высота столба 40 см.

281. В одном из сообщающихся сосудов, наполненных керосином, температура 10° и высота столба жидкости 30 см. В другом сосуде температура 100°. Найти разность уровней керосина в обоих сосудах.

282. Высота столба керосина в одном из сообщающихся сосудов при температуре 0° равна 20 см. Какова должна быть температура керосина в другом сосуде, чтобы разность уровней в них была равна 2 см?

§ 12. Переход тела из одного состояния в другое при нагревании

Пример 1. Определить количество теплоты, необходимое для того, чтобы расплавить 5 т чугуна, имеющего температуру 15° .

Решение. Прежде чем расплавить чугун, его необходимо нагреть до точки плавления — 1165° , для чего потребуется:

$$0,11 \cdot 5000(1165 - 15) \text{ ккал теплоты.}$$

Из таблицы в конце книги находим, что теплота плавления чугуна равна 33 ккал на каждый килограмм. Таким образом, общее количество необходимого тепла может быть представлено:

$$0,11 \cdot 5000(1165 - 15) + 33 \cdot 5000 = (0,11 \cdot 1150 + 33) \cdot 5000 = 797\,500 \text{ ккал.}$$

Пример 2. Определить количество теплоты, необходимое для обращения в пар 100 г льда, взятого при температуре -5° .

Решение. Необходимое количество теплоты суммируется из четырёх слагаемых:

1) количество теплоты, нужное для нагревания льда до 0° ; оно может быть представлено:

$$0,5 \cdot 100 \cdot 5 \text{ ккал,}$$

где $0,5 \frac{\text{ккал}}{\text{г} \times \text{градус}}$ — удельная теплоёмкость льда;

2) количество теплоты, нужное для таяния льда; оно равно:

$$80 \cdot 100 \text{ ккал,}$$

где 80 ккал/г — теплота таяния льда;

3) количество теплоты, нужное для нагревания воды от 0° до 100° , оно представится:

$$1 \cdot 100 \cdot 100 \text{ ккал;}$$

4) количество теплоты, нужное для превращения воды в пар:

$$539 \cdot 100 \text{ кал},$$

где 539 кал/г — теплота парообразования воды.

Таким образом, получаем следующий ответ:

$$\begin{aligned} 0,5 \cdot 100 \cdot 5 + 30 \cdot 100 + 1 \cdot 100 \cdot 100 + 539 \cdot 100 &= \\ &= 72\,150 \text{ кал} = 72,15 \text{ кккал}. \end{aligned}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Плавление.

283. Сколько нужно затратить теплоты, чтобы 400 г льда при температуре 0° превратить в воду при той же температуре?

284. Определить, сколько затрачено теплоты для превращения в кипяток 2,4 кг льда, взятого при 0° .

285. Сколько нужно затратить теплоты, чтобы 2,5 кг льда, взятого при температуре -12° , превратить в воду и воду нагреть до 32° ?

286. 5,5 л воды, взятой при 70° , требуется охладить до 30° , помещая в неё куски льда при 0° . Сколько пойдёт на это льда?

287. 400 г льда при температуре -30° погрузили в 0,38 л воды при температуре 100° . Какая установится окончательная температура, когда весь лёд растает?

288. Какое потребуется количество тепла для того, чтобы расплавить 15 кг свинца, взятого при температуре 17° ?

289. Определить количество теплоты, необходимое для того, чтобы расплавить 5 т чугуна, имеющего температуру 15° .

290. Три бруска одинакового объёма — медный, железный и свинцовый — требуется нагреть от 0° и расплавить. Какое из тел потребует наибольшего и какое наименьшего количества теплоты?

291. В углубление, сделанное в куске льда, имеющего температуру 0° , был вылит расплавленный свинец при температуре 370° . Определить количество свинца, если он остыл до 0° и при этом растопил 51 г льда. Удельную теплоёмкость свинца принять равной в твёрдом и жидком состоянии.

292. Железный шар, охлаждаясь от 800° до 0° , растопил 349,8 кг льда. Определить вес и объём шара в нагретом состоянии.

293. Для определения скрытой теплоты плавления олова был произведён следующий опыт: 200 г расплавленного олова при температуре 480° опущены в железный калориметр весом 1000 Г, содержащий 1000 г воды при температуре 15° . Окончательная температура калориметра и воды в нём установилась $22,4^{\circ}$. Определить теплоту плавления олова на основании этого опыта. Удельную теплоёмкость олова в твёрдом и жидком состоянии принять одинаковой.

294. Сколько льда, взятого при 0° , можно растопить, если на это затратить всю теплоту, полученную от сжигания 2 кг каменного угля?

295. На трение двух кусков льда по 200 г каждый затрачено 13 664 кГм работы. Сколько льда растает, если вся работа превращается в теплоту?

296. С какой высоты должна упасть свинцовая пуля, чтобы при ударе о неупругую почву она расплавилась? Считать: 1) что вся энергия падающей пули обращается в теплоту и идёт на её нагревание; 2) начальная температура пули равна 0° .

297. 2 кг льда, взятого при 0° , плавятся и нагреваются до 100° на примусе с коэффициентом полезного действия 40%. Определить количество израсходованного керосина.

298. Сколько вагонов каменного угля понадобилось бы для того, чтобы растопить лёд, покрывающий озеро с поверхностью 2,4 км², при средней толщине льда 70 см и температуре 0° ? Вагон содержит 16 т угля.

299. В снеготаялке с коэффициентом полезного действия 30% сожжено 1,8 т дров. Какую площадь можно освободить от снега при температуре 0° таким количеством топлива, если толщина снежного покрова 60 см? Удельный вес снега 0,3 Г/см³.

300. Со двора, площадь которого 2000 м², хотят убрать снег с помощью снеготаялок с коэффициентом полезного действия 30%. Рассчитать, сколько дров нужно будет для этого, если толщина снежного покрова 70 см, а температура снега -10° . Удельный вес снега 0,6 Г/см³, а удельная теплоёмкость $0,4 \frac{\text{кал}}{\text{г} \times \text{градус}}$.

301. Сколько требуется сжечь каменного угля в плавильной печи с коэффициентом полезного действия 15%,

чтобы теплотой, полученной при его сгорании, можно было расплавить тонну меди с начальной температурой 24° ?

302. Определить коэффициент полезного действия плавильной печи, в которой для приготовления 7 т литых чугунных изделий было израсходовано 1,1 т каменного угля. Начальная температура взятого чугуна 0° .

303. Сколько чугуна можно расплавить в печи с коэффициентом полезного действия 16%, сжигая 2,2 т каменного угля? Начальная температура чугуна 15° .

304. Какое количество снега при температуре 0° растает под колёсами автомобиля, если он буксует в течение $\frac{1}{2}$ минуты? Мощность автомобиля 27 л. с., а на буксовку, уходит 50% всей мощности.

305. Сани весом 30 кг движутся по горизонтальному пути на расстоянии 1 км. Допуская, что всё тепло, развивающееся при трении, идёт на таяние снега, определить количество растаявшего снега. Температура снега 0° ; коэффициент трения при движении саней равен 0,04.

Парообразование.

306. Какое нужно количество теплоты, чтобы 100 г воды, взятой при температуре 10° , вскипятить и 10 г её выпарить?

307. 2 л воды, взятой при температуре 10° , нагревают на примусе. Через 5 минут вода закипела. Сколько времени нужно продолжать нагревание, чтобы вода вся выкипела, если приток теплоты всё время равномерный?

308. Спирт и эфир взяты в объёмах по 100 см³ при общей температуре 15° . Рассчитать, сколько потребуется теплоты для нагревания каждой жидкости до кипения и превращения её в пар.

309. Для нагревания 1,8 л воды, взятой при температуре 16° , было израсходовано 200 ккал теплоты. Определить, какое количество воды при этом обратится в пар.

310. Искусственный лёд можно приготовить посредством охлаждения воды, получаемого при испарении эфира. Рассчитать, какое количество эфира должно быть превращено в пар для получения 10 кг льда из воды с температурой 7° .

311. Для нагревания ванны, содержащей 300 л воды при температуре 6° , через неё по змеевикам пропускают 11,8 кг пара при температуре 100° . Определить, до какой температуры нагревается вода ванны. Нагреванием стенок пренебречь.

312. Для определения теплоты парообразования воды произведён следующий опыт: в медный калориметр весом 180 Г, содержащий 420 г воды при температуре $8,4^\circ$, через змеевик было пропущено 18 г сухого водяного пара при температуре 100° . Окончательная температура в калориметре устанавливается $33,4^\circ$. Определить теплоту парообразования воды.

313. Определить количество теплоты, необходимое для обращения в пар 100 г льда, взятого при температуре -5° .

314. Рассчитать, какое количество тепла идёт на испарение воды пруда с поверхностью 400 м^2 при понижении уровня его на 1 см. Рассчитать, на сколько повысилась бы температура всей воды пруда при средней глубине его 1,2 м, если бы испарения не было и теплота шла на нагревание воды. Теплоту испарения принять равной 600 ккал/кг .

315. Кусок железа весом 2 кг, нагретый до 750° , погружён в 1,8 кг воды при температуре 25° ; при этом вся вода нагрелась до 100° и часть её испарилась. Определить количество испарившейся воды.

316. Смесь, состоящая из 20 л воды и 10 кг льда при 0° , нагревается до 100° , и 200 г воды обращаются в пар, когда в неё погрузили раскалённые докрасна (800°) куски железа. Определить, сколько было погружено железа.

317. В сосуд, содержащий 2,41 л воды при температуре 8° , бросают раскалённый кусок железа весом в 400 Г. Определить начальную температуру куска железа, если температура воды в сосуде поднялась до 21° , причём 10 г воды испарилось.

318. Смесь, состоящую из 5 кг льда и 15 кг воды при общей температуре 0° , нагревают до температуры 80° пропусканием водяного пара при 100° . Определить необходимое количество пара.

319. Для определения теплоты парообразования спирта производят следующий опыт: 400 г превращённого в пар спирта при температуре 78° проводят для сжижения по змеевику, погружённому в медный калориметр массой в 1000 г, содержащий 1200 г воды при температуре 0° . Окончательная температура установилась $66,5^\circ$. Определить теплоту парообразования спирта.

320. Комната с паровым отоплением имеет следующие размеры: 8 м длины, 5 м ширины и 4 м высоты. Какое количество пара должно быть израсходовано в трубах отопления, чтобы поднять температуру воздуха комнаты

от 15° до 25° , если принять, что вода, полученная из пара, остывает также до 25° ? Коэффициент полезного действия парового отопления 40%.

321. Латунный калориметр, масса которого 145 г, содержит 280 г воды при температуре 0° . В калориметр опускают 40 г льда при температуре -10° и туда же вводят 15 г водяного пара при 100° . Определить окончательно установившуюся температуру в калориметре.

322. Какую работу надо произвести, чтобы теплотой, эквивалентной затраченной работе, нагреть до кипения стакан воды (250 г) и всю её выпарить? Начальная температура воды 0° .

323. Какое количество работы надо затратить, чтобы образовавшейся теплотой нагреть до кипения и обратить в пар 20 кг воды с начальной температурой 14° ?

324. Какое количество воды при температуре 9° можно довести до кипения и затем превратить в пар теплотой, освобождающейся при сгорании 3 кг каменного угля при полном использовании теплоты?

325. Определить, какое количество воды при температуре 12° можно обратить в пар при 100° за счёт теплоты, получающейся при сгорании 1 кг нефти. Коэффициент полезного действия кипятильника 80%.

326. В примусе с коэффициентом полезного действия 40% в течение 10 мин. сгорает 20 г керосина. Рассчитать, сколько времени потребуется для нагревания на примусе 2 кг воды с 15° до 100° , причём 50 г этой воды превращается в пар. Вычислить полезную мощность примуса.

327. В перегонный куб было налито 24 л воды при температуре 4° . Определить расход дров в топке куба для получения 10 л дистиллированной воды. Коэффициент полезного действия куба 15%.

328. На примусе, коэффициент полезного действия которого 50%, сгорело 44,5 г керосина, причём нагревались 2 л воды от температуры 10° до 100° и часть этой воды выпарилась. Найти количество выпарившейся воды.

329. В тонкостенный стакан, содержащий 30 г эфира при температуре 20° , погружена пробирка с 5 г воды при этой же температуре. Продувая воздух через эфир, его заставляют испаряться, причём температура эфира понижается до -10° и в дальнейшем поддерживается на том же уровне. Опыт заканчивается, когда замёрзнет вся вода. Найти количество испарившегося эфира. Охлаждение сосудов не принимать во внимание.

330. В смесь, состоящую из 20 л воды и 10 кг льда при 0° , выливается расплавленный свинец при температуре плавления. Вся смесь принимает температуру 100° , и 200 г воды при этой температуре обращаются в пар. Определить, сколько было вылиты свинца.

331. При давлении 5 кг на 1 см^2 поверхности вода кипит при температуре 151° , и скрытая теплота парообразования для неё в этом случае равна $505,4 \text{ ккал/кг}$. Сколько угля надо сжечь в топке парового котла для получения 100 кг пара при этих условиях? Начальная температура воды 10° и коэффициент полезного действия котла 80%.

§ 13. Уравнение состояния газов ¹⁾.

Пример 1. Определить объём 65 Г воздуха при давлении 730 мм ртутного столба и температуре 0° C .

Решение. Для определения объёма воздуха при указанных условиях воспользуемся формулой закона Бойля-Мариотта:

$$p v = v_0 p_0, \text{ преобразуя которую, получим: } v = \frac{v_0 p_0}{p}.$$

Обозначив через P вес тела, вычислим сперва v_0 по формуле:

$$d_0 = \frac{P}{v_0}, \text{ откуда } v_0 = \frac{P}{d_0} = \frac{65}{0,0013} = 50 \text{ л.}$$

Следовательно:

$$v = \frac{v_0 p_0}{p} = \frac{50 \cdot 76}{73} = 52,055 \text{ л.}$$

Пример 2. Давление внутри плотно закупоренной бутылки при температуре 10° было 84 см ртутного столба. При нагревании до 35° пробка из бутылки вылетела. Определить, при каком давлении вылетела пробка.

Решение. При постоянном объёме давление газа в зависимости от температуры определяется формулой:

$$p = p_0 (1 + \beta t).$$

Для определения давления в бутылке при температуре 35° нужно определить предварительно первоначальное давление p_0 , которое равно:

$$p_0 = \frac{p}{1 + \beta t} = \frac{84}{1 + 0,0037 \cdot 10} = 81 \text{ см ртутного столба}$$

(β можно принять равным 0,0037).

¹⁾ § 13 составлен Н. А. Феопемптовым и А. И. Крушевским.

Искомое давление p будет: $p = 81(1 + 0,0037 \cdot 35) = 91,5$ см.

Пример 3. Газометр (цилиндр для хранения газов), объём которого 50 л, наполнен кислородом. Определить вес кислорода, находящегося в газометре, если температура внутри газометра 20° , давление равно 78 см ртутного столба, удельный вес кислорода при нормальных условиях принять $0,0014$ Г/см³.

Решение. Вес газа может быть определён по формуле: $P = d_0 v_0$. Для вычисления веса необходимо найти v_0 .

Для определения v_0 воспользуемся формулой газового состояния:

$$\frac{vp}{T} = \frac{v_0 p_0}{273},$$

преобразуя которую, получим: $v_0 = \frac{vp \cdot 273}{T \cdot p_0}$.

Подставляем в полученную формулу вместо букв их числовые значения ($T = t + 273 = 20 + 273 = 293$): $v_0 = \frac{50 \cdot 78 \cdot 273}{293 \cdot 76} = 47,9$ л.

Вес кислорода будет: $P = 0,0014 \cdot 47,8 \approx 67$ Г.

ВСПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Закон Бойля-Мариотта.

332. Воздух при давлении 760 мм ртутного столба имеет объём 5 л. Определить его объём при давлении 750 мм ртутного столба.

333. Воздух под поршнем насоса имел объём 200 см³ при давлении 760 мм ртутного столба. При каком давлении воздух займёт объём 130 см³?

334. До какого давления накачивается автомобильная шина ёмкостью 12 л после 40 взмахов насоса? Известно, что насос за один взмах засасывает 300 см³ воздуха. Шина до накачивания заполнена воздухом наполовину.

335. Футбольный мяч ёмкостью 2,8 л накачивается поршневым насосом до давления 1,8 атмосферы. Сколько взмахов следует сделать насосом, если при каждом взмахе он засасывает 200 см³ воздуха? Мяч до накачивания воздуха не содержит.

336. Открытый конец велосипедного насоса имеет диаметр 4 мм и зажат пальцем. Какое усилие развивает палец для удержания воздуха в насосе, когда поршень,

сжимаемый воздух, не доходит до конца насоса на 2 см? Длина насоса 42 см.

337. Найти объём 1 кг воздуха при давлении 730 мм ртутного столба.

338. Определить вес воздуха, находящегося в комнате, длина которой 10 м, ширина 8 м и высота 4 м, если температура 0° , а барометрическое давление 775 мм ртутного столба.

339. Пузырьки воздуха, поднимающегося со дна какого-либо водоёма, быстро увеличивают свой объём при поднятии вверх. Определить, на какой глубине пузырьки воздуха имеют объём вдвое меньше, чем у поверхности воды, если барометрическое давление на уровне воды равно 760 мм ртутного столба.

340. В стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находится столбик воздуха, запёртый столбиком ртути длиной 12,5 см. Если трубку держать открытым концом вверх, то длина воздушного столбика — 5 см. Если трубку держать открытым концом вниз, то длина воздушного столбика — 7 см. Чему равно атмосферное давление?

341. В цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится 750 см^3 воздуха, поршень весит 680 г. Площадь поршня 50 см^2 . С внешней стороны на поршень действует атмосферное давление 765 мм ртутного столба. Какой объём займёт воздух в цилиндре, если на поршень положить гирю в 10 кг?

342. В цилиндрической трубке длиной 70 см при помощи насоса разрешили воздух. Когда конец трубки опустили в воду и открыли кран, то вода поднялась в трубке до высоты 63 см (рис. 8). Как велика была упругость воздуха, оставшегося в трубке, по отделении её от насоса?

Атмосферное давление во время опыта 755 мм ртутного столба.

343. Сколько весит кислород, наполняющий газовую бомбу, объём которой 40 л, при температуре 0° и давлении 25 атмосфер?

344. Для наполнения газовой бомбы углекислотой при температуре 0° и давлении 30 атмосфер потребовалось 2,85 кг углекислоты. Определить объём бомбы.

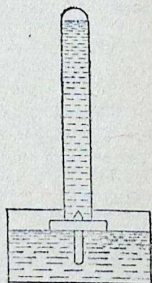


Рис. 8.

345. На сколько времени горения водородного пламени хватит водородной бомбы ёмкостью в 10 л, накачанной до 200 атмосфер при 0° , если горелка потребляет 10 г водорода в час?

Закон Бойля-Мариотта — Гей-Люссака.

346. Вычислить объём воздуха при температуре 30° и давлении 730 мм ртутного столба, если при нормальных условиях его объём 2 л.

347. Объём углекислоты при нормальных условиях равен 10 л. Найти объём этой углекислоты при температуре 40° и давлении 740 мм ртутного столба.

348. При температуре -20° и давлении 780 мм ртутного столба объём воздуха равен 12 л. Найти его вес и объём при нормальных условиях.

349. При давлении 720 мм ртутного столба воздух, вес которого 2,24 кг, занимает объём 2 м³. Определить температуру воздуха.

350. Воздух, находящийся в колбе, объём которой 2 л, при температуре -23° весит 3 г. Определить давление воздуха.

351. При температуре -30° атмосферное давление равно 770 мм ртутного столба, а барометр, при изготовлении которого в торичеллиеву пустоту попал воздух, показывает 765 мм ртутного столба. Определить удельный вес воздуха, находящегося в торичеллиевой пустоте.

352. Давление воздуха в велосипедной шине при температуре 12° равно 140 см ртутного столба. Определить, каково будет давление, если температура повысится до 27° .

353. Сколько весит водород, наполняющий воздушный шар, если объём шара 1400 м³, давление 720 мм ртутного столба и температура 7° ?

354. Баллон ёмкостью 40 л содержит 1,97 кг углекислоты. Баллон может выдержать давление не свыше 30 атмосфер. При какой температуре возникает опасность взрыва?

355. Воздушный шар, объём которого 500 м³, наполнен водородом при температуре 27° и давлении 80 см ртутного столба. Определить объём каждой газовой бомбы, в которой находится водород перед заполнением воздушного шара, если их было 200 штук и водород в них имел давление 30 атмосфер и температуру 7° .

356. Удельный вес воздуха при нормальных условиях $0,0013 \text{ Г/см}^3$. Какова должна быть температура, чтобы воздух имел тот же удельный вес при давлении 740 мм ртутного столба?

§ 14. Влажность.

Пример 1. Определить абсолютную и относительную влажность воздуха помещения, температура в котором 18° , а точка росы 8° .

Решение. Для определения абсолютной влажности необходимо воспользоваться таблицей упругости или количества насыщенных паров (в конце книги). При температуре 8° для насыщения 1 м^3 воздуха требуется водяного пара $8,3 \text{ г}$. Так как точка росы является температурой, при которой воздух насыщается водяными парами, то $8,3 \text{ г/м}^3$ — это и будет абсолютная влажность его. Для насыщения воздуха парами при 18° требуется пара $15,4 \text{ г}$, следовательно, относительная влажность будет:

$$\frac{8,3}{15,4} = 0,54, \text{ или } 54\%.$$

Пример 2. В аудитории, размеры которой 5 м, 8 м и 4 м, в начале урока при температуре 14° точка росы была 6° , при вторичном определении точки росы в той же аудитории в конце урока при температуре 15° точка росы оказалась 8° . Определить относительную влажность воздуха в начале и в конце урока и вычислить, сколько водяного пара поступило в воздух за время урока.

Решение. Пользуясь таблицей влажности, находим абсолютную влажность и количество водяного пара, нужного для насыщения воздуха при данных условиях.

Абсолютная влажность в начале урока равна $7,3 \text{ г/м}^3$. Относительная влажность в начале урока: $\frac{7,3}{12,1} = 0,6$, или 60%.

Абсолютная влажность воздуха в конце урока равна $8,3 \text{ г/м}^3$. Относительная влажность воздуха в конце урока: $\frac{8,3}{12,8} = 0,65$, или 65%.

За время урока в 1 м^3 воздуха прибавилось пара: $8,3 - 7,3 = 1 \text{ г}$. Всего же водяного пара поступило в воздух аудитории: $1 \cdot 480 = 480 \text{ г}$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

357. Точка росы для воздуха, находящегося в комнате, 8° . Определить количество водяного пара, находящегося

в комнате, размеры которой $10 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 3 \text{ м}$. Определить относительную влажность, если температура комнаты 18° .

358. Относительная влажность воздуха при температуре 24° равна 70% . Определить, сколько может испариться воды в 1 м^3 такого воздуха.

359. Размеры комнаты $12 \text{ м} \times 6 \text{ м} \times 3 \text{ м}$; температура воздуха 22° ; точка росы 12° . Определить, сколько нужно водяного пара для насыщения воздуха комнаты.

360. При температуре 20° и относительной влажности 60% давление равно 766 мм ртутного столба. Как изменилось бы давление, если бы влажность была равна 40% при неизменных остальных условиях?

361. При температуре 20° относительная влажность воздуха была 70% . Определить, сколько конденсировалось пара при понижении температуры до 8° , если размеры помещения $20 \text{ м} \times 10 \text{ м} \times 3 \text{ м}$.

362. Определить, сколько конденсируется водяного пара из каждого кубического метра воздуха при его охлаждении на 15° , если начальная температура его 28° и относительная влажность 70% .

363. Вечером температура воздуха 20° , относительная влажность 60% . Какая должна быть температура ночью, чтобы образовалась роса?

364. Температура воздуха вечером была 16° , относительная влажность 65% . Ночью температура понизилась до 4° . Была ли роса? Если была, то сколько водяного пара конденсировалось из 1 м^3 воздуха?

365. Давление при температуре воздуха 26° и относительной влажности 70% равно 765 мм ртутного столба. Чему было бы равно давление, если бы температура понизилась до -5° и относительная влажность была бы 80% при неизменных остальных условиях.

ГЛАВА I.

СТАТИКА.

§ 15. Сложение и разложение параллельных сил.
 Центр тяжести.

Пример 1. Для двух параллельных сил $P = 16$ кг и $Q = 8$ кг, действующих в разные стороны, найти величину и точку приложения их равнодействующей. Расстояние между силами $AB = 0,6$ м (рис. 9).

Решение. Изобразим на чертеже силы P и Q , действующие на точки A и B . Равнодействующая R двух сил,

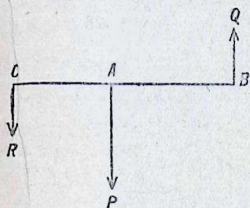


Рис. 9.

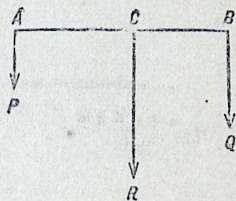


Рис. 10.

действующих в разные стороны, будет равна $R = P - Q$, т. е. $R = 16 - 8 = 8$ кг. Точка приложения её (C) лежит за силой P от A на расстоянии $AC = x$; тогда $BC = BA + AC$, или $BC = 0,6 + x$.

Напишем пропорцию: $\frac{EC}{AC} = \frac{P}{Q}$, или $\frac{x + 0,3}{x} = \frac{16}{8}$.

Решая это уравнение, находим $x = 0,6$.

Пример 2. На палке переносится груз $R = 60$ кг двумя рабочими так, что расстояние его от плеча переднего рабочего $AC = 0,6$ м, а от плеча заднего $CB = 0,4$ м.

Найти силы давления палки на плечи рабочих (рис. 10).

Решение. Обозначим силу давления на плечо переднего рабочего (A) через P , а на плечо заднего (B) через Q .

Для определения P и Q составляем два уравнения:

$$1) P + Q = R \text{ и } 2) \frac{P}{Q} = \frac{CB}{AC}, \text{ или } \frac{P}{R-P} = \frac{0,4}{0,6}.$$

Отсюда $P = 24 \text{ кг}$ и $Q = 36 \text{ кг}$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Силы, действующие по одной прямой.

366. На земле лежит груз весом 120 кг . Человек старается поднять его, прилагая силу в 40 кг , направленную вертикально. Определить, с какой силой давит груз на землю.

367. С какой силой давит на землю человек весом 80 кг , несущий груз весом 32 кг ?

368. Буксирный пароход тянет 3 баржи различных размеров, следующие одна за другой. Сила тяги пароходного винта равна 1800 кг . Сопротивление движению парохода равно 600 кг , первой баржи — тоже 600 кг , второй — 400 кг и третьей — 200 кг . Имеющийся в распоряжении канат выдерживает растягивающую силу в 200 кг . Сколько канатов надо натянуть от парохода к первой барже, от первой ко второй и от второй к третьей?

Параллельные силы.

369. Найти величину и точку приложения равнодействующей двух параллельных сил $P = 10 \text{ кг}$ и $Q = 30 \text{ кг}$, действующих в одну сторону, если расстояние между ними $AB = 40 \text{ см}$.

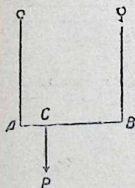


Рис. 11.

370. Чему равна и где должна быть приложена уравновешивающая двух параллельных сил $P = 12 \text{ кг}$ и $Q = 18 \text{ кг}$, действующих на тело в одну сторону, если расстояние между точками приложения сил P и Q равно 50 см ?

371. На качелях сидит человек весом $P = 64 \text{ кг}$. Определить силы, растягивающие верёвки качелей, если длина $AB = 2 \text{ м}$, а человек сидит от A на расстоянии $AC = 0,5 \text{ м}$ (рис. 11).

372. На железнодорожном мосту, поддерживаемом двумя быками, расстояние между которыми равно 40 м , находится паровоз весом 75 Т . Какова сила давления мо-

ста на каждый из быков от веса паровоза, если направление его силы тяжести проходит на расстоянии 8 м от левого конца?

373. На тело действуют две параллельные силы: $P = 20$ кг и $Q = 50$ кг, направленные в разные стороны. Найти величину и точку приложения уравнивающей силы, если расстояние между точками приложения сил P и Q равно 75 см.

374. Определить давления, производимые брусом AC на опоры A и B . Одна опора A у левого конца бруса,

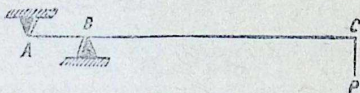


Рис. 12.

вторая B — на расстоянии $AB = 0,5$ м от конца A ; длина всего бруса $AC = 2,5$ м. На свободный свешивающийся конец C действует сила $P = 500$ кг (рис. 12).

375. Вал двигателя лежит на двух опорах, расстояние между которыми $AB = 0,9$ м, и выступает за одну опору на 0,45 м. Посредине между опорами на вал действует давление, направленное вниз и равное $1,2 T$, а на выступающем конце насажен маховик весом 800 кг. Определить давление на опоры, не принимая во внимание веса вала.

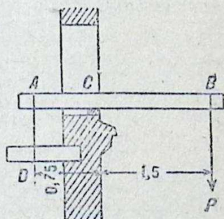


Рис. 13.

376. При ремонте здания снаружи, чтобы не возводить лесов, поступили так: к концу B балки AB , проходящей через оконное отверстие, подвесили люльку с рабочими и материалом общим весом 240 кг; другой конец A балки, опирающейся в точке C на подоконник, прикрепили к потолочной балке в точке D . Найти давление балки AB на подоконник и её действие по величине и направлению на скрепление AD (рис. 13). Вес балки в расчёт не принимать. Расстояние $AC = 0,75$ м; $CB = 1,5$ м.

Центр тяжести.

377. Два шара весом в 3 кг и 5 кг скреплены стержнем, вес которого 2 кг . Определить положение общего центра тяжести, если радиус первого шара 5 см , радиус второго 7 см и длина соединительного стержня 30 см .

378. К стержню длиной 1 м подвешены три гири, как показано на рис. 14. Расстояние $AB = 90 \text{ см}$, $BC = 10 \text{ см}$.

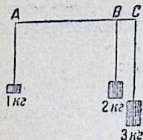


Рис. 14.

Где нужно поместить точку опоры, чтобы стержень оставался в горизонтальном положении? Весом стержня пренебречь.

379. Доска длиной 1 м и весом 12 кг выдвинута за край стола на $1/3$ длины. Какой наименьший груз надо положить на свешивающийся конец доски, чтобы доска давила только на край стола?

380. Потолочная балка длиной 6 м опирается концами на стены и на расстоянии 2 м от правой стены несёт груз в $12\,000 \text{ кг}$. Определить давление балки на каждую стену, если вес самой балки равен 1040 кг .

381. Трое рабочих несут бревно. Один поддерживает его сзади, а двое других несут, подсунув палку на неко-

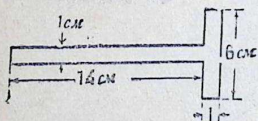


Рис. 15.

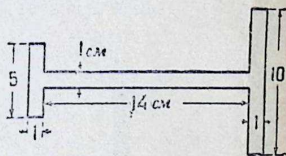


Рис. 16.

тором расстоянии от другого конца. На каком расстоянии от второго конца подложена палка, если все трое нагружены одинаково? Вес бревна 90 кг , а его длина 4 м .

382. Определить положение центра тяжести однородной пластинки, имеющей форму и размеры, указанные на рис. 15. При решении задачи иметь в виду, что веса отдельных частей фигуры пропорциональны их площадям.

383. Определить положение центра тяжести однородной пластинки, форма и размеры которой указаны на рис. 16. При решении руководствоваться указанием к предыдущей задаче.

384. Определить положение центра тяжести однородной пластинки, форма и размеры которой указаны на рис. 17.

385. Стержень длиной 20 см состоит наполовину из красной меди, наполовину из алюминия (рис. 18). Опре-

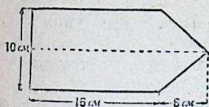


Рис. 17.

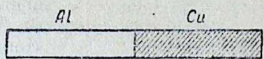


Рис. 18.

делить положение центра тяжести стержня, если поперечное сечение его всюду одинаково.

§ 16. Сложение и разложение сил по правилу параллелограмма.

Пример. Фонарь весом $P = 9$ кг подвешен на кронштейне ABC . Определить, каким усилиям подвергаются горизонтальный стержень AB и наклонная тяга BC , если $AB = 1,2$ м и $BC = 1,5$ м (рис. 19).

Решение. Обозначая вес фонаря через P , изобразим силу P в виде отрезка BP . Разложим силу P на две сла-

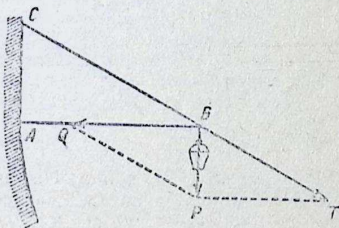


Рис. 19.

гающие: T , направленную по CB , и Q , направленную по BA , для чего на отрезке BP строим параллелограм, как показано на рисунке.

Отрезки BT и BQ изображают искомые силы в том же масштабе, в каком отрезок BP изображает силу P .

Величины T и Q могут быть определены из подобия треугольников PTB и ABC . Составим пропорции:

$$\frac{BT}{BP} = \frac{CB}{AC} \text{ и } \frac{TP}{EP} = \frac{BA}{CA};$$

здесь $BP = 9$ кг, $CB = 1,5$ м.

$$CA = \sqrt{CB^2 - AB^2} = \sqrt{1,5^2 - 1,2^2} = 0,9 \text{ м, } TP = BQ.$$

Подставляя известные величины и заменяя отношения векторов BT , BP и BQ равными отношениями сил T , P и Q , мы получим пропорции:

$$\frac{T}{9} = \frac{1,5}{0,9} \text{ и } \frac{Q}{9} = \frac{1,2}{0,9}.$$

Решая их, получаем: $T = 15$ кг. и $Q = 12$ кг.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

386. Как надо поставить подпорку для телеграфного столба, у которого телеграфная линия меняет своё направление? Как надо провести оттяжку, заменяющую подпорку?

387. Под каким углом должны быть направлены друг к другу две равные силы, действующие на одну точку, чтобы равнодействующая их равнялась одной из сил?

388. Найти равнодействующую трёх равных сил, действующих на точку под углом в 120° друг к другу.

389. На точку действуют 4 силы по двум взаимно перпендикулярным направлениям. По горизонтали вправо действует сила 20 кг, по вертикали вверх — сила 13 кг, по горизонтали влево — сила 4 кг и по вертикали вниз — сила 25 кг. Определить их равнодействующую.

390. К середине проволоки длиной 20 м подвешена электрическая лампа весом 8 кг. Проволока провисает на 1 м. Определить натяжение каждой половины проволоки. Чему будет равно натяжение, если проволоку укрепить так, чтобы она провисала только на 20 см?

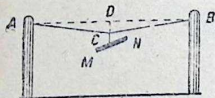


Рис. 20.

391. Трамвайный провод MN одноколейного пути подвешен к серединам тросов ACB , укрепленных на мачтах. Мачты вдоль пути отстоят друг от друга на расстоянии 40 м. Для каждого троса $AC = CB = 8$ м, а стрела про-

веса $DC = 0,5$ м. Определить натяжение частей AC и CB троса, если каждый метр трамвайного провода весит $0,75$ кг (рис. 20).

392. Дуговая лампа весом $P = 30$ кг подвешена на столбе при помощи кронштейна ACB . Длина горизонталь-

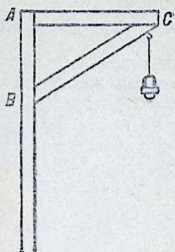


Рис. 21.

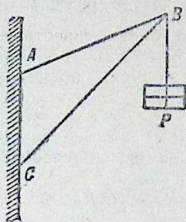


Рис. 22.

ной поперечины $AC = 96$ см и подкоса $BC = 120$ см. Найти усилия в брусках AC и BC (рис. 21).

393. Посредством настенного подъёмного крана ABC , состоящего из тяги $AB = 2,7$ м и подкоса $CB = 3,6$ м, поднимается груз $P = 300$ кг. Определить действие груза на тягу AB и подкос CB , если $AC = 1,8$ м (рис. 22).

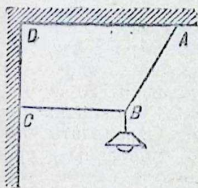


Рис. 23.

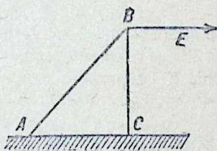


Рис. 24.

394. Электрическая лампа весом $0,4$ кг, подвешенная на шнуре AB длиной 2 м (рис. 23), отведена в сторону посредством горизонтального шнура BC длиной $0,8$ м. Определить натяжение шнуров AB и BC , если расстояние $DA = 2$ м.

395. На крыше дома установлена мачта для антенны. Высота мачты 8 м. Антенна действует на вершину мачты с силой $F = 90$ кг, направленной горизонтально. Мачта укреплена оттяжкой, как показано на рис. 24. Длина оттяжки $AB = 10$ м. Определить силы, действующие на мачту и на оттяжку.

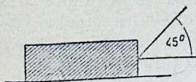


Рис. 25.

396. Человек перетаскивает груз при помощи верёвки, прикреплённой, как показано на рис. 25. Верёвка образует с горизонтальной плоскостью угол в 45° . Чему равна сила

трения, если человек прилагает силу 10 кг?

397. Лодка удерживается на середине речки двумя верёвками, которые укреплены на берегах (рис. 26). Ши-

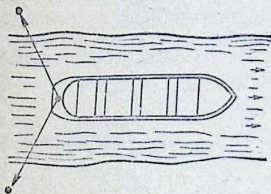


Рис. 26.

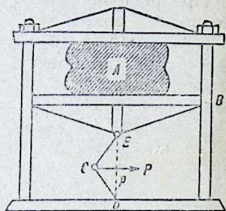


Рис. 27.

рина речки 40 м. Длина каждой верёвки 25 м. С какой силой вода тянет лодку по течению, если натяжение каждой верёвки равно 15 кг?

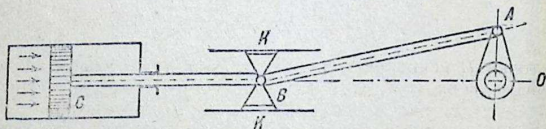


Рис. 28.

398. Определить силы, действующие по стержням CE и CD прессы, имеющим в точках E , C и D шарниры, если точки E и D лежат на одной вертикали, $EC = CD = 40$ см, $CD = 4$ см и рабочий тянет с силой $P = 20$ кг, приложен-

ной в точке C и направленной горизонтально. Найти величину силы, сжимающей предмет A (рис. 27).

399. Определить усилие, действующее по шатуну AB , и давление на направляющие K в паровой машине при положении кривошипа AO , перпендикулярном к линии BO . Диаметр поршня 20 см, давление пара 10 кг на 1 см² площади поршня. Длина шатуна $BA = 80$ см, длина кривошипа $AO = 20$ см (рис. 28).

§ 17. Рычаг, наклонная плоскость и другие простейшие механизмы.

Многие задачи предыдущего параграфа (например 371, 372, 374, 375, 376, 380, 381) решаются при помощи правила моментов.

При решении этих задач вышеупомянутым методом необходимо, сохранив одну опору, вместо другой опоры (связи), приложить такую силу, при которой тело сохраняет своё равновесие. Эта сила называется *реакцией опоры*; она равна и направлена противоположно давлению, производимому телом на опору.

Пример 1. Разберём задачу 375.

Решение. Представим одну из опор, например B , удалённой; для сохранения равновесия придётся приложить

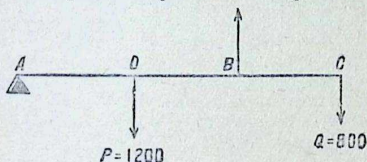


Рис. 29.

в точке B некоторую силу, направленную в данном случае снизу вверх (рис. 29). Из рассмотрения схемы нетрудно видеть, что вал в этом случае можно рассматривать как рычаг 2-го рода, условия равновесия которого выразятся следующим уравнением:

$$Q \cdot AC + P \cdot AD = X \cdot AB.$$

Подставляя числовые значения и решая уравнение, получим:

$$800 \cdot 1,35 + 1200 \cdot 0,45 = X \cdot 0,9 \text{ и } X = 1800 \text{ кг.}$$

Найденная сила X является сопротивлением опоры, или, как говорят, реакцией опоры, давление на опору B будет тоже 1800 кг , но направлено вниз.

Давление на опору A может быть найдено таким же способом, как и для B , т. е. сохраняя опору B , действие опоры A заменяем некоторой силой Y , величина которой найдётся из условия равновесия рычага.

Сила Y может быть найдена также из уравнения $Y = 1200 + 800 - X$, или $Y = 1200 + 800 - 1800 = 200 \text{ кг}$.

Пример 2. Определить положение точки опоры прямолинейного рычага 1-го рода, вес которого 3 кг и длина $1,6 \text{ м}$. Силы, действующие на концах рычага, равны 2 кг и 8 кг и направлены перпендикулярно к рычагу.

Решение. Представим схематически рычаг с действующими на него силами, причём Q изображает вес рычага, приложенный к его середине (рис. 30).

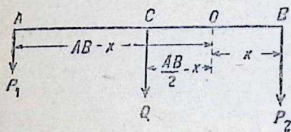


Рис. 30.

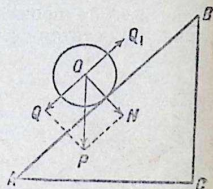


Рис. 31.

Обозначая расстояние точки опоры O от B через x , т. е. $OB = x$, получим, что $OA = AB - OB$, т. е.

$$OA = 1,6 - x \text{ и } OC = \frac{AB}{2} - OB, \text{ или } OC = 0,8 - x.$$

Условие равновесия рычага выражается следующим уравнением:

$$P_2 \cdot OB = Q \cdot OC + P_1 \cdot AO, \text{ или } 8 \cdot x = 3(0,8 - x) + 2(1,6 - x).$$

Отсюда: $x = \frac{5,6}{13} = 0,43 \text{ м}$.

Пример 3. Какую силу надо приложить, чтобы груз весом $P = 65 \text{ кг}$ поднять по наклонной плоскости высотой $h = 5 \text{ м}$ и длиной $l = 13 \text{ м}$? Коэффициент трения груза о плоскость $k = 0,02$. Сила приложена параллельно длине плоскости. Какую силу надо приложить, чтобы груз на плоскости только удержать (рис. 31)?

Решение. Сила, нужная для удержания или равномерного перемещения груза, при отсутствии трения по величине равна скатывающей силе и определяется из соотношения: $\frac{Q}{P} = \frac{h}{l}$, откуда $Q = 65 \cdot \frac{5}{13} = 25 \text{ кг}$.

Для определения силы трения необходимо определить давление (N) груза на плоскость; из прямоугольного треугольника ONP имеем: $N^2 = P^2 - Q^2$, или $N^2 = 65^2 - 25^2$, т. е. $N = \sqrt{65^2 - 25^2} = 60 \text{ кг}$. Сила трения $F = k \cdot N$, или $F = 0,02 \cdot 60 = 1,2 \text{ кг}$. Теперь находим, что сила тяги $T_1 = Q + F$, или $T_1 = 25 + 1,2 = 26,2 \text{ кг}$, а сила, нужная для удержания груза на плоскости, $T_2 = Q - F$, или $T_2 = 25 - 1,2 = 23,8 \text{ кг}$.

Пример 4. Шаг винта винтового пресса равен $0,9 \text{ см}$, длина двойной рукоятки $2r = 0,9 \text{ м}$. Какую прессующую силу можно получить в таком прессе, если рабочий действует на оба конца рукоятки с силой в 10 кг на каждый конец? Расчёт произвести: 1) не принимая во внимание трения, 2) считая коэффициент полезного действия равным $0,5$.

Решение. Решим задачу, применив закон сохранения энергии. Обозначим прессующую силу через P , силу, действующую на одном конце рукоятки, через Q , двойную длину рукоятки $2r$, шаг винта h и коэффициент полезного действия η . При отсутствии трения пишем, что $P \cdot h = (Q \cdot 2\pi r) \cdot 2$, или $P \cdot 0,9 = (10 \cdot 2\pi \cdot 45) \cdot 2$, т. е. $P = \frac{10 \cdot 2\pi \cdot 90}{0,9} = 6280 \text{ кг}$; при наличии трения $P \cdot h = \eta(Q \cdot 2\pi \cdot r) \cdot 2$, или $P \cdot 0,9 = 0,5(10 \cdot 2\pi \cdot 45) \cdot 2$, откуда $P = 3140 \text{ кг}$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Рычаги, правило моментов.

400. Плечи рычага 1-го рода имеют длину: левое 30 см и правое 70 см . К короткому плечу подвешена гиря в 5 кг , а к длинному — в 2 кг . Весом рычага пренебрегаем. Как будет двигаться рычаг под действием приложенных сил? Какой груз нужно было бы подвесить к длинному плечу, чтобы рычаг был в равновесии?

401. На концах прямого рычага 1-го рода длиной в 2 м действуют силы в 8 кг и 24 кг . Определить положение точки опоры при равновесии. Силы направлены перпендикулярно к рычагу. Весом рычага пренебречь.

402. Коромысло весов имеет плечи неодинаковой длины. Если взвесить предмет на левой чашке весов, то он весит 36 Г, если же взвесить на правой, то 39 Г. Чему равен истинный вес предмета? На сколько мы ошибёмся, если за истинный вес примем среднее арифметическое чисел 36 и 39?

403. Двое рабочих поднимают за конец В телеграфный столб для установки его на место. Длина столба $AB = 7$ м, свешивающийся конец $AC = 1$ м, вес столба 168 кг. Определить усилие каждого рабочего в момент поднятия столба (рис. 32).

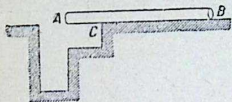


Рис. 32.

404. Рычаг 1-го рода весит 500 Г. Длина рычага 1 м. Короткое плечо имеет длину 40 см. Какой груз нужно подвесить к короткому плечу, чтобы рычаг был в равновесии?

405. Прямолинейный рычаг 2-го рода имеет длину в 2 м, точку опоры на левом конце и весит 20 кг. На расстоянии 0,5 м от точки опоры действует вниз сила в 100 кг, а на правый конец рычага действует сила в 40 кг вверх. Как будет двигаться рычаг под влиянием этих сил? Какую силу надо приложить на правом конце рычага для его уравновешивания?

406. Рабочий пользуется бревном длиной в 2 м и весом 20 кг как рычагом 2-го рода для преодоления сопротивления в 80 кг. С каким усилием должен действовать рабочий на конец бревна, если расстояние точки приложения сопротивления от другого его конца, являющегося точкой опоры, равно 0,5 м? С какой мощностью он работал, если поднял свой конец на высоту 0,5 м в течение 1,5 секунды?

407. При накачивании воды насосом нужно преодолеть давление воды на поршень $Q = 160$ кг. Какое усилие P должен приложить рабочий для этого на конце А рукоятки, если длина рукоятки $OA = 1,2$ м, а расстояние $OB = 12$ см (рис. 33)?

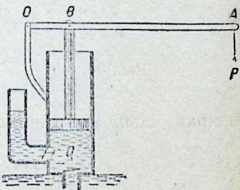


Рис. 33.

408. В ящике, вес которого 10 кг и длина 120 см, лежит груз весом в 24 кг. Центр тяжести груза отстоит

на расстоянии 40 см от ребра A . Какое усилие требуется, чтобы повернуть ящик: 1) около ребра A , 2) около ребра B (рис. 34)?

409. Предохранительный клапан парового котла закрывает отверстие в котле в 8 см^2 . Пар давит на клапан с силой в 10 кг/см^2 . Клапан запирается рычагом 2-го рода, давящим на него на расстоянии 4 см от точки

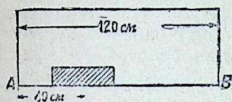


Рис. 34.

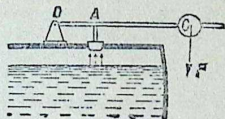


Рис. 35.

опоры O . Рычаг весит $2,5 \text{ кг}$, и центр его тяжести отстоит от точки опоры на 32 см . На каком расстоянии (OC) от точки опоры необходимо повесить груз $P=5 \text{ кг}$, для уравнивания давления пара (рис. 35)?

410. Расстояние между осями небольшой платформы равно $1,8 \text{ м}$, длина её равна $3,6 \text{ м}$ и вес её $1,2 \text{ Т}$. Сколько рабочих надо для того, чтобы приподнять платформу за

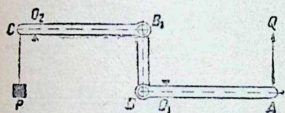


Рис. 36.

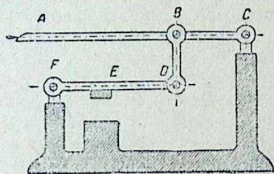


Рис. 37.

её край, если каждый рабочий способен дать подъёмную силу в 80 кг ? Какую работу совершают рабочие, приподняв ближние к ним колёса на 20 см ?

411. Для подъёма груза пользуются системой двух прямолинейных рычагов, имеющих точки опоры O_1 и O_2 . На конец A первого рычага действуют силой $Q=12 \text{ кг}$ (рис. 36).

Определить величину поднимаемого груза P , если $AO_1=1,2 \text{ м}$, $O_1B=0,2 \text{ м}$, $B_1O_2=1 \text{ м}$ и $CO_2=0,2 \text{ м}$.

Веса рычага в расчёт не принимать. Какой выигрыш в силе даст каждый рычаг в отдельности и какой — система обонх рычагов?

412. Рычажный пресс имеет устройство, показанное на рис. 37. Длина плеча $AC = 60$ см, $BC = 15$ см, $FD = 30$ см и $FE = 10$ см. Какую силу нужно приложить на конце верхнего рычага A , чтобы сжать предмет с силой в 100 кг?

413. Молотком вытаскивается гвоздь, как указано на рис. 38. Определить сопротивление гвоздя вытаскиванию,

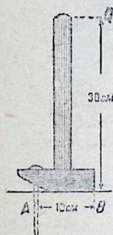


Рис. 38.

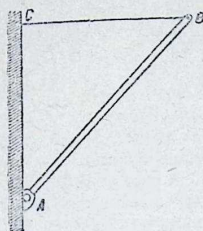


Рис. 39.

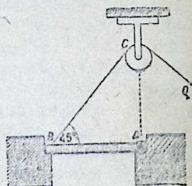


Рис. 40.

если сила $Q = 12$ кг приложена перпендикулярно к рукоятке. Размеры даны на рисунке.

414. Брус AB , прикрепленный к стене шарниром A , удерживается в равновесии горизонтальной верёвкой BC . Определить силу натяжения верёвки, если $AC = CB$ и вес бруса $P = 100$ кг (рис. 39).

Указание. В этой задаче, оставив A опорой, верёвку заменить силой, после чего написать условие равновесия бруса в виде равенства моментов сил, действующих на него.

415. Дверца люка AB , вращающаяся около шарнира A , открывается с помощью шнура BC , огибающего неподвижный блок C . С какой силой Q надо тянуть за шнур в начале подъёма рамы, если вес рамы $P = 80$ кг и угол между шнуром BC и AB равен 45° (рис. 40)?

Наклонная плоскость.

416. Чтобы удержать тело на наклонной плоскости, нужно приложить силу 3 кг. Тело весит 17 кг. С какой силой тело давит на наклонную плоскость?

417. Железнодорожный вагон весом 20 Т втягивается при помощи каната на подъём, длина которого 50 м , высота $7,5\text{ м}$. Вычислить, не принимая во внимание трения, силу, действующую на канат. Решить задачу, применив: 1) закон наклонной плоскости и 2) закон сохранения энергии.

418. В ящике, длина которого $AB = 40\text{ см}$, лежит шар весом 2 кг (рис. 41). С какой силой шар будет давить на стенки ящика, если край A приподнять на 24 см ?

419. Какую силу нужно приложить, чтобы втащить груз весом 51 кг по наклонной плоскости длиной $1,7\text{ м}$ и высотой $0,8\text{ м}$, если коэффициент трения $0,2$? Какую силу нужно приложить, чтобы только удержать груз?

420. На наклонной плоскости длиной $2,5\text{ м}$ и высотой $0,7\text{ м}$ лежит груз весом 50 кг . Коэффициент трения $0,3$. Какую силу нужно приложить, чтобы стащить груз вниз по наклонной плоскости?

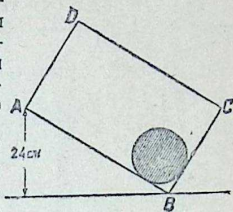


Рис. 41.

421. С горы высотой 9 м и длиной 15 м скатываются сани с седоками общим весом в 150 кг . Найти силу, движущую сани, если коэффициент трения саней о гору $k = 0,02$.

422. По наклонному помосту длиной 8 м и высотой $1,6\text{ м}$ втаскивают груз весом 225 кг . Коэффициент трения $0,1$. Найти полезную и полную работу, а также вычислить коэффициент полезного действия.

423. По наклонной плоскости длиной 18 м и высотой 6 м втащили груз в 180 кг , причём величина подъёмной силы, направленной параллельно длине плоскости, равнялась 77 кг . Найти коэффициент трения и коэффициент полезного действия плоскости.

424. На наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 60 см лежит деревянный брусок весом 2 кг . С какой силой нужно прижать брусок к наклонной плоскости, чтобы он не скользил вниз? Коэффициент трения $0,4$.

425. Тело весом P килограммов находится на наклонной плоскости, имеющей постоянное основание (b) и могущей менять свой наклон, т. е. высоту (h), и длину (l). Найти, при какой высоте h движущая сила будет равна силе трения, если коэффициент трения k . Какое определение коэффициента трения можно дать, пользуясь ответом на предыдущий вопрос?

426. Поезд весом $500 T$ идёт со скоростью 18 км/час на подъём в $0,005$. Коэффициент трения $k=0,007$. Определить мощность паровоза (подъём в $0,005$ означает изменение высоты плоскости на 5 единиц на каждые 1000 единиц её длины).

427. Поезд весом $500 T$ в 1 мин. 20 сек. прошёл подъём длиной 480 м . Мощность паровоза 400 л. с. Коэффициент трения $0,004$. Определить подъём пути.

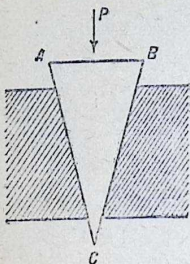


Рис. 42.

Определить давления, производимые клином на боковые поверхности углубления, если $AB=4 \text{ см}$ и $BC=20 \text{ см}$. Трения не учитывать.

Блоки и полиспасты.

431. Посредством неподвижного блока поднимается груз $P=1 T$. Угол охвата $AOB=90^\circ$. Определить давление на ось блока O . Чему будет равно давление, если силу Q направить вниз (рис. 43)?

432. При помощи одного неподвижного и одного подвижного блока требуется поднять груз, равный 240 кг . Сколько рабочих нужно для этой работы, если каждый рабочий развивает усилие, равное 30 кг ? Какая работа совершается при подъёме груза на 10 м ?

433. Как велик наибольший груз, который может поднять че-

428. Автомобиль весом в $2 T$ едет с постоянной скоростью в гору, наклон которой $0,01$. Коэффициент трения $k=0,05$. Найти скорость автомобиля в километрах в час, если мощность его мотора равна 16 л. с.

429. Паровоз движется вверх по уклону в 2° . Вес паровоза $70 T$. Коэффициент трения $0,01$. Определить расход угля на 1 км пути, если коэффициент полезного действия паровоза 6% .

430. Клин загоняется в углубление усилием 16 кг (рис. 42).

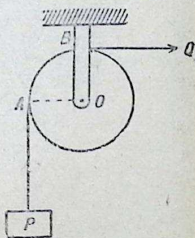


Рис. 43.

ловек весом в 80 кг , пользуясь одним неподвижным и одним подвижным блоками? Трением пренебречь. Изменится ли величина этого груза и на сколько, если трением не пренебрегать и коэффициент полезного действия механизма принять равным $0,8$?

434. Через неподвижный блок перекинута верёвка. Человек привязал себя к одному концу верёвки и начал поднимать сам себя, перехватывая руками другую часть верёвки. Объяснить, почему в данном случае неподвижный блок даёт выигрыш в силе в два раза.

435. Сколько подвижных блоков нужно взять для полиспаста 1-го рода, чтобы силой в 5 кг можно было поднять груз в 80 кг ? Трением пренебречь.

436. Чему равен коэффициент полезного действия полиспаста 1-го рода, состоящего из трёх подвижных блоков и одного неподвижного, если груз в 800 кг поднимается силой, равной 134 кг ? На какую высоту поднимется груз, если с неподвижного блока сойдёт 4 м верёвки?

437. Бочку весом 80 кг поднимают по наклонной плоскости при помощи двух верёвок, как показано на рис. 44.

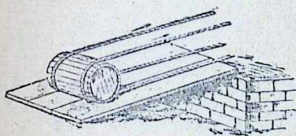


Рис. 44.

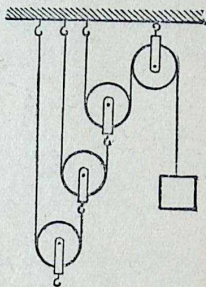


Рис. 45.

Какая сила приложена к каждой верёвке, если длина наклонной плоскости 2 м , а высота 1 м ? Трением пренебречь.

438. Один неподвижный и три подвижных блока образуют полиспаст 1-го рода (рис. 45). Каждый блок весит 200 Г . Какой груз нужно подвесить к шнуру, сходящему с неподвижного блока, чтобы уравновесить собственный вес блоков?

439. Определить силу, нужную для поднятия груза в 600 кг при помощи полиспаста 2-го рода (талей), состоящего из трёх подвижных и трёх неподвижных блоков,

не принимая во внимание трения. Чему равна сила, если коэффициент полезного действия полиспаста равен 60%?

Ворот.

440. У колодезного вóрота вал имеет диаметр, равный 30 см, а радиус колеса вóрота 75 см. Какая сила нужна для подъёма ведра с водой весом 18 кг? Трение в расчёт не принимать.

441. Диаметр вала вóрота 20 см, а радиус рукоятки 45 см. Какую силу нужно приложить к рукоятке, если

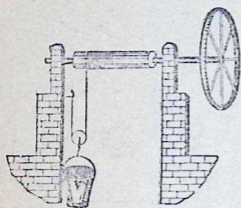


Рис. 46.

требуется поднять груз, равный 90 кг, и коэффициент полезного действия вóрота 80%?

442. Радиус вала вóрота 6 см. Радиус рукоятки 20 см. Коэффициент полезного действия вóрота 90%. Какой выигрыш в силе даёт вóрот?

443. Из колодца на подвижном блоке поднимается при помощи вóрота бадья с водой весом 48 кг. Радиус вала вóрота равен 30 см, радиус колеса вóрота — 1,2 м. Глубина колодца 30 м. С какой силой и мощностью работает человек, если один подъём он производит в течение 2 минут? Трение в расчёт не принимать (рис. 46).

444. Посредством вóрота двое рабочих перетаскивают по земле груз. Радиус вала вóрота 20 см, радиус рукоятки 80 см. Каждый рабочий прилагает силу в 10 кг. Чему равен вес груза, если коэффициент трения 0,4?

445. Посредством вóрота втягивают по наклонному помосту из досок длиною 20 м каменную плиту весом 1,2 Т на высоту 12 м. Коэффициент трения камня о доски $k = 0,2$. Радиус вала 15 см, радиус рукоятки 75 см. Какую силу прилагают рабочие к рукоятке вóрота?

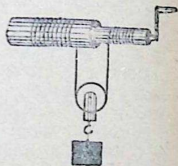


Рис. 47.

446. Дифференциальный вóрот состоит из вала, одна часть которого имеет радиус $r_1 = 10$ см, а другая $r_2 = 8$ см. Радиус рукоятки $R = 40$ см. Груз весом $P = 100$ кг подвешен к подвижному блоку, как показано на рис. 47. Ка-

кую силу F нужно приложить к рукоятке для подъёма груза? Задачу решить, применив закон сохранения энергии.

Зубчатые колёса. Лебёдка.

447. Радиус одного зубчатого колеса равен 5 см, радиус другого, сцепляющегося с первым, равен 25 см. Определить число зубьев второго колеса, если первое имеет 12 зубьев.

448. Два вала A и B одинакового радиуса соединены зубчатыми колёсами, как показано на рис. 48; на вал A намотана верёвка, к которой подвешен груз $P=4$ кг. Какой груз Q нужно подвесить

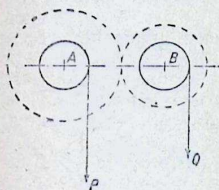


Рис. 48.

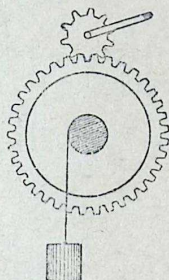


Рис. 49.

к верёвке, намотанной на вал B , чтобы оба груза были в равновесии, если радиусы начальных окружностей зубчатых колёс 8 см и 6 см?

449. Какую силу нужно приложить к рукоятке лебёдки (рис. 49), если радиус рукоятки $R_1=40$ см, радиус начальной окружности шестерни $r_1=5$ см, радиус большого зубчатого колеса $R_2=25$ см, радиус вала $r_2=8$ см, вес поднимаемого груза $P=320$ кг? Расчёт произвести, применив закон сохранения энергии. Вредными сопротивлениями пренебречь.

Винт.

450. Шаг винта домкрата равен 1,2 см, длина рукоятки 0,6 м. Какое усилие необходимо для подъёма груза в 2,4 т, если вредные сопротивления в расчёт не принимать? Как

изменится величина этого усилия, если коэффициент полезного действия домкрата принять равным 40%?

451. Шаг винта домкрата 0,4 см. Длина рукоятки 25 см. Определить коэффициент полезного действия домкрата, если груз весом 500 кг можно поднимать силой 3 кг.

452. Какой выигрыш в силе даёт домкрат, у которого шаг винта 1 см, радиус рукоятки 25 см и коэффициент полезного действия 40%?

453. Шаг винта тисков равен 1 см. Длина стержня $AB = 24$ см, расстояние губ тисков C от оси D равно $CD = 24$ см, а расстояние оси винта E от оси D равно $ED = 16$ см. На конец стержня AB действует сила 20 кг.

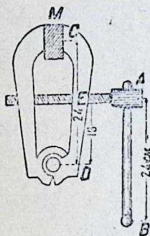


Рис. 50.

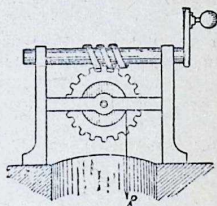


Рис. 51.

С какой силой тиски зажимают предмет (рис. 50)? Трением пренебречь.

454. На вал зубчатого колеса намотана верёвка, к которой привязан груз $P = 100$ кг. С зубцами колеса сцеплена нарезка бесконечного винта (рис. 51). Радиус рукоятки винта $R = 25$ см, радиус вала $r = 5$ см. Какую силу нужно приложить к рукоятке, чтобы поднять груз, если колесо имеет $z = 50$ зубцам? Расчёт произвести, применив закон сохранения энергии. Трением пренебречь.

455. Рабочий поднимает груз весом 500 кг, вращая рукоятку машины неизвестного устройства. Когда рабочий сделал 20 полных оборотов рукояткой, груз поднялся на 30 см. Какую силу прилагал рабочий, если радиус рукоятки 25 см? Трением пренебречь.

КИНЕМАТИКА 1).

§ 18. Прямолинейное равномерное и равномерно-переменное движение.

Пример. Тело, двигаясь равноускоренно, достигает скорости 50 м/сек, пройдя расстояние 5 м. Начальная скорость тела равна нулю. Определить время, в течение которого тело прошло это расстояние, и ускорение, с которым оно двигалось.

Решение. Подставляя данные задачи в формулы равноускоренного движения:

$$v = at, \quad s = \frac{at^2}{2}, \quad \text{получим: } 50 = at, \quad 5 = \frac{at^2}{2}.$$

Для решения полученной системы двух уравнений с двумя неизвестными делим второе уравнение на первое:

$$\frac{5}{50} = \frac{t}{2}, \quad \text{или } 0,1 = \frac{t}{2}, \quad \text{откуда } t = 0,2 \text{ секунды.}$$

Подставляя полученное значение для t в первую формулу, мы можем определить величину ускорения a :

$$50 = a \cdot 0,2, \quad a = \frac{50}{0,2} = 250 \text{ м/сек}^2.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Равномерное движение.

456. Пассажир скорого поезда насчитал в течение $\frac{1}{2}$ мин. 40 ударов колеса о стыки рельсов. Определить скорость поезда, считая, что рельс имеет длину 15 м.

457. Облако пыли от разрыва артиллерийского снаряда отмечено через 3 сек. после выстрела, а звук разрыва донесся до орудия через 9 сек. после выстрела. Определить, на каком расстоянии от орудия разорвался снаряд и какова была его средняя скорость. Путь снаряда считать прямой линией. Скорость звука равна 330 м/сек.

458. Из двух точек A и B , расположенных на расстоянии 90 м друг от друга, одновременно начали движение два тела по линии AB в направлении от A к B . Тело, дви-

1) Главы II и III составлены А. Н. Волоховым.

жущееся из A , имеет скорость в 5 м/сек и тело, движущееся из B , — скорость в 2 м/сек. Через сколько времени первое тело нагонит второе? Какие расстояния пройдут тела?

459. Комбайн Чулкова — приспособление для обмолота пшеницы на корню — позволяет обработать площадь $0,72$ га в час. Определить скорость движения комбайна, если он при своём движении захватывает полосы поля шириной в 2 м.

Равноускоренное движение с начальной скоростью.

460. Автомобиль в течение 4 сек. увеличил скорость с $7,2$ км/час до $25,2$ км/час. Определить ускорение автомобиля.

461. Велосипедист, имея скорость 3 м/сек, начинает спускаться с горы с ускорением $0,8$ м/сек². Найти длину горы и скорость велосипедиста в конце её, если спуск занял 6 сек.

462. Тело, обладая некоторой начальной скоростью, движется равноускоренно с ускорением 2 м/сек². В течение 5 сек. оно проходит путь в 125 м. Определить начальную скорость тела.

Равнозамедленное движение.

463. Автомобиль при торможении уменьшил скорость в течение 5 сек. от $43,2$ км/час до $28,8$ км/час. Определить: 1) замедление автомобиля и 2) расстояние, пройденное им во время торможения.

464. Пуля винтовки пробила стену толщиной 35 см, причём её скорость уменьшилась с 670 м/сек до 320 м/сек. Определить замедление пули и время движения её в дереве.

Равноускоренное движение без начальной скорости.

465. Поезд, трогаясь со станции, движется равноускоренно. Через 60 сек. после начала движения он имел скорость 54 км/час. Определить ускорение, с которым двигался поезд.

466. Вагон трамвая, трогаясь с места, движется равноускоренно и проходит за 20 сек. расстояние в 100 м. Определить ускорение вагона.

467. Вагонетка катится под уклон с постоянным ускорением $0,05 \text{ м/сек}^2$. Длина пути 640 м . Определить время, за которое вагонетка пройдет путь, и скорость её в конце пути.

468. Санки скатываются с горы длиной 72 м в течение 12 сек . Определить ускорение саней и скорость их в конце горы.

469. Поезд тронулся со станции и на расстоянии в $2,1 \text{ км}$ развил скорость в 54 км/час . Определить время разгона и ускорение поезда.

470. Пуля вылетела из дула винтовки со скоростью 600 м/сек . Длина ствола 60 см . Определить время прохождения пулей ствола и ускорение её, считая движение пули равноускоренным.

471. Самолёт для взлёта должен иметь скорость 108 км/час . На разгон (для достижения этой скорости) он тратит 12 сек . Определить расстояние, пройденное самолётом при разгоне.

472. Длина ствола винтовки 70 см . Скорость пули при вылете из дула равна 700 м/сек . Какова будет скорость пули при вылете, если ствол укоротить на 20 см ? Движение пули в стволе считать равноускоренным.

473. Два тела начинают двигаться из одной и той же точки спустя 20 сек . одно после другого и движутся по одному пути. Первое тело имеет начальную скорость в 25 м/сек и ускорение $0,5 \text{ м/сек}^2$, второе же — начальную скорость в 10 м/сек и ускорение в $2,5 \text{ м/сек}^2$. Через сколько времени столкнутся оба тела?

474. Из двух точек A и B , расположенных на расстоянии 25 м одна от другой, одновременно начинают двигаться два тела по линии AB в направлении от A к B . Тело, движущееся из A , имеет начальную скорость 1 м/сек и ускорение в $1,16 \text{ м/сек}^2$, а тело, движущееся из B , — начальную скорость в 5 м/сек и ускорение $0,2 \text{ м/сек}^2$. Когда первое тело нагонит второе?

Равнозамедленное движение с окончательной скоростью, равной нулю.

475. Автомобиль, двигавшийся со скоростью $43,2 \text{ км/час}$, останавливается, потратив на торможение $0,5 \text{ мин}$. Определить замедление автомобиля.

476. Паровоз двигался со скоростью 12 м/сек . После торможения в течение 30 сек , он остановился. Определить

замедление паровоза и расстояние, которое он прошёл от начала торможения до полной остановки.

477. Поезд двигался со скоростью 36 км/час . При торможении до полной остановки он прошёл расстояние в 200 м . Определить замедление и время, в течение которого происходило торможение.

478. Артиллерийский снаряд в момент попадания в вал имел скорость в 600 м/сек , причём углубился в него на $1,5 \text{ м}$. Определить время углубления снаряда в вал и его замедление.

Падение тел.

479. Определить глубину ущелья, если камень, который уронили в него сверху, долетел до его дна в течение 5 сек . Определить скорость камня в момент достижения им дна.

480. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, достигла высшей точки через 5 сек . Определить, до какой высоты поднялась стрела. С какой скоростью она была выпущена?

481. Мяч, брошенный вверх, упал на землю через 4 сек . Определить высоту его подъёма.

482. Бомба сброшена с самолёта, летевшего на высоте 1960 м . Через сколько времени упадет она на землю? Какова её скорость в момент соприкосновения с землей? Сопротивлением воздуха пренебречь.

483. Вода из пожарного насоса бьет на высоту $19,6 \text{ м}$. С какой скоростью выбрасывается она насосом?

484. Баба (для забивки свай) свободно падает с высоты $4,9 \text{ м}$. На подъём её посторонней силой требуется втрое больше времени, чем на её падение. Сколько ударов дает она в минуту?

485. Тело падает с высоты 490 м . Определить, какое расстояние пройдет это тело в седьмую секунду своего падения; в последнюю секунду своего падения.

486. Тело падает с высоты 2000 м . Во сколько времени оно пройдет последние 100 м своего пути?

487. Чтобы определить глубину колодца, в него роняют камень. Звук от падения камня в воду долетел до наблюдателя через 4 сек , после начала падения. Определить глубину колодца. Скорость звука 330 м/сек ; принять $g = 10 \text{ м/сек}^2$.

488. Жонглер бросил вертикально вверх мячик. Когда мячик достиг в верхней точке своего пути высоты $4,9 \text{ м}$,

жонглер бросил вверх второй мячик с той же скоростью, что и первый. На какой высоте произойдет встреча мячей?

489. Во сколько раз нужно увеличить начальную скорость брошенного вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась вдвое?

§ 19. Вращательное движение.

490. Вал паровой машины делает 240 об/мин. Выразить угловую скорость вращения вала в радианах в секунду.

491. Земля совершает полный оборот в течение суток. Выразить угловую скорость её вращения в радианах в секунду.

492. Тело вращается с угловой скоростью 15,7 рад/сек. Определить, сколько оборотов сделает тело в течение 10 мин.

493. Маховик, находившийся в покое, приведён в равноускоренное вращение с угловым ускорением 0,5 рад/сек². Через сколько времени маховик будет обладать угловой скоростью 360 об/мин? Сколько времени нужно, чтобы маховик, вращаясь равноускоренно, совершил 600 оборотов?

494. Маховик вращался, делая 300 об/мин. Будучи предоставлен самому себе, он остановился через 30 сек. Определить угловое замедление его; сколько оборотов он сделал до момента остановки.

495. Тело, находившееся в покое, пришло в равноускоренное вращение. К моменту, когда угловая скорость его стала равной 100 рад/сек., оно успело совершить 60 оборотов.

Найти угловое ускорение тела; через сколько времени была им достигнута угловая скорость 100 рад/сек?

496. Шкив трансмиссионного вала имеет диаметр 955 мм. Сколько оборотов в минуту делает вал, если скорость ремня, охватывающего шкив, 6 м/сек? Скольжением ремня пренебречь.

497. Нарезы в стволе винтовки делают один оборот на 24 см длины ствола. Сколько оборотов в секунду делает пуля при скорости полёта 600 м/сек?

498. Радиус Земли 6400 км. Определить скорость точек земной поверхности на широте Москвы (56°).

499. Круглая пила имеет диаметр 600 мм. Линейная скорость точек на её окружности должна быть равна 15 м/сек. На оси её посажен шкив диаметром 300 мм, на валу мотора — шкив диаметром 120 мм.

Найти число оборотов, делаемых мотором в минуту.

500. На трансмиссионном валу, делающем 120 об/мин, насажен шкив диаметром 36 см. С него перекинут ремень на шкив токарного станка, имеющий диаметр 24 см. В станке обтачивается болванка диаметром 10 см. Определить скорость резания (скорость обтачиваемой поверхности относительно реза).

501. Мотор электрического трамвая делает 480 об/мин. На валу его насажена зубчатка с 16 зубцами, с нею сцеплена зубчатка в 40 зубцов, насаженная на ось ведущих колёс. Диаметр ведущих колёс 60 см. Определить скорость движения трамвая.

§ 20. Сложное движение.

Пример. Тело брошено в горизонтальном направлении со скоростью 10 м/сек с высоты 7,056 м. Определить, на каком расстоянии упадёт тело.

Решение. Тело будет совершать сложное движение, которое мы можем рассматривать как состоящее из двух простых:

во-первых, тело свободно падает по вертикальному направлению с высоты 7,056 м с ускорением 9,8 м/сек²;

во-вторых, тело за время падения перемещается по горизонтальному направлению с постоянной скоростью в 10 м/сек.

Рассчитаем, сколько времени будет падать тело с заданной высоты. Для этого в формулу равноускоренного движения

$$s = \frac{at^2}{2}$$

подставляем данные задачи. Получим:

$$7,056 = \frac{9,8t^2}{2}, \text{ откуда } t^2 = \frac{14,112}{9,8} = 1,44; t = \sqrt{1,44} = 1,2 \text{ сек.}$$

За время падения, равное 1,2 сек., тело успеет переместиться в горизонтальном направлении на $10 \cdot 1,2 = 12$ м.

Итак, тело упадёт на расстоянии 12 м.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Сложное движение.

502. Пассажир сидит у окна поезда, идущего со скоростью 43,2 км/час. Сколько времени будет мелькать

мимо его окна вагоны встречного товарного поезда длиной 612 м, идущего со скоростью 21,6 км/час?

503. Самолёт, развивающий скорость 110 км/час, проходит туда и обратно расстояние в 330 км. Определить, сколько времени нужно самолёту, чтобы пролететь это расстояние: 1) в безветрие и 2) при ветре, дующем по линии полёта со скоростью 55 км/час.

504. Аэростат равномерно опускается со скоростью 3 м/сек. С корзины его был подброшен вертикально вверх камень со скоростью 22,6 м/сек (относительно аэростата). Каково будет расстояние между корзиной аэростата и камнем в момент, когда камень достигнет высшей точки своего пути?

505. Гребец сообщает лодке скорость в 4 м/сек, направленную перпендикулярно течению. Скорость течения воды в реке 3 м/сек. Определить, с какой скоростью будет двигаться лодка.

506. Поезд идёт равномерно со скоростью 54 км/час. Капли дождя, падающие вертикально со скоростью 15 м/сек, оставляют косые следы на окнах вагонов. Найти угол, образованный следом капли на стекле и вертикальной линией.

507. Стрелок обстреливает всадника, проезжающего мимо него на расстоянии 900 м со скоростью 6 м/сек (направление движения всадника перпендикулярно лучу зрения). На сколько метров вперёд должен целить стрелок, чтобы попасть во всадника, если средняя скорость пули при полёте на дистанцию 900 м равна 750 м/сек?

508. Вагон шириной 3,6 м, движущийся со скоростью 15 м/сек, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно движению вагона. Отверстие в стенке вагона, ближайшей к стрелку, оказалось на 12 см впереди отверстия на противоположной стенке. Определить скорость движения пули.

509. Самолёт, обладающий в безветрие скоростью 150 км/час, летит при ветре, дующем с востока, со скоростью 50 км/час. Каково должно быть направление продольной оси самолёта, чтобы последний летел строго на север? Во сколько времени самолёт пролетит расстояние в 282 км?

510. Пуля, выпущенная из ружья по горизонтальному направлению со скоростью 600 м/сек, попадает в цель через 0,2 сек. после выстрела. На сколько переместится пуля за это время по вертикальному направлению под

действием тяжести и на каком расстоянии находится цель от дула ружья?

511. Из орудия, установленного на высоте 19,6 м над уровнем моря, выпущен снаряд в горизонтальном направлении со скоростью 700 м/сек. Определить, на каком расстоянии упадёт снаряд в море.

512. С самолёта, летящего на высоте 1960 м со скоростью 180 км/час, сброшена бомба. За сколько времени до прохождения самолёта над целью и на каком расстоянии до цели должна быть сброшена бомба? (Расстояние считается по горизонтальному направлению.)

513. Поезд идёт со скоростью 36 км/час. Мальчик стоит, высунувшись в окно вагона, и роняет с высоты 4,9 м камень, стараясь попасть в придорожный знак. На каком расстоянии до знака мальчик должен выпустить камень?

514. Зенитное орудие обстреливает неприятельский самолёт, пролетающий над батареей со скоростью 180 км/час. Начальная скорость снаряда 735 м/сек. На какой угол должно быть отклонено от вертикали дуло орудия, чтобы снаряд попал в самолёт? Выстрел производится в момент прохождения самолёта над головой.

515. Пуля выпущена с начальной скоростью 600 м/сек под углом 30° к горизонту. Определить её скорость в верхней точке траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

516. Камень брошен под углом 15° к горизонту с начальной скоростью 10 м/сек. Какой наибольшей высоты достигнет камень?

517. Пуля выпущена из винтовки со скоростью 360 м/сек под углом 30° к горизонту. На каком расстоянии от стрелка упала бы пуля, если бы не было сопротивления воздуха?

518. Начальная скорость пули 600 м/сек. Масса пули 10 г. Под каким углом к горизонту пущена пуля, если кинетическая энергия пули в верхней точке её траектории равна 45 кдж?

519. Камень, брошенный под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 30 м/сек, через 2 сек. упал на крышу дома. Определить высоту дома и расстояние до него.

520. Камень, брошенный с башни вверх под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 10 м/сек, через 3 сек. упал на землю. Чему равна высота башни?

ДИНАМИКА.

§ 21. Законы Ньютона. Кинетическая энергия поступательно движущегося тела. Системы единиц.

Пример 1. На тело, масса которого 19,62 кг, действует некоторая сила в течение 5 сек. Под влиянием этой силы тело получило скорость в 50 м/сек. Начальная скорость тела равнялась нулю. Определить величину силы, действующей на тело.

Решение. Подставляя в формулу равномерно-ускоренного движения: $v = at$, данные задачи, получим:

$$50 = a \cdot 5,$$

откуда найдём величину ускорения, которое сообщила телу сила:

$$a = \frac{50}{5} = 10 \text{ м/сек}^2.$$

Для определения величины силы мы применим формулу, выражающую второй закон динамики

$$F = m \cdot a.$$

Все величины, входящие в эту формулу, должны быть выражены в единицах какой-либо одной системы, например в единицах технической системы.

Ускорение $a = 10 \text{ м/сек}^2$ уже выражено в единицах технической системы.

Масса тела равна 19,62 кг, или $\frac{19,62}{9,81} = 2$ единицам массы в технической системе.

Подставляя эти данные в формулу второго закона динамики, получим:

$$F = 2 \cdot 10 = 20 \text{ кг}.$$

Пример 2. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 500 м/сек. Масса пули 10 г, масса винтовки 3,25 кг. Определить скорость отдачи винтовки при выстреле.

Решение. Выражаем прежде всего все данные в единицах какой-либо одной системы, например CGS.

Скорость пули равна 50 000 см/сек. Масса пули уже выражена в единицах этой системы. Масса винтовки равна 3250 г.

Подставляя данные задачи в формулу — $m_1 v_1 = m_2 v_2$, получим:

$$-10 \cdot 50\,000 = 3250 \cdot v_2,$$

откуда находим величину v_2 скорости отдачи винтовки:

$$v_2 = -\frac{500\,000}{3250} \approx -154 \text{ см/сек} = -1,54 \text{ м/сек.}$$

Пример 3. Определить кинетическую энергию поезда, масса которого 600 т, идущего со скоростью 36 км/час.

Решение. Выразим все данные в единицах какой-либо одной системы, например МТС. Получим:

$$\text{Скорость } v = 36 \text{ км/час} = 10 \text{ м/сек.}$$

$$\text{Масса поезда } m = 600 \text{ т.}$$

Подставляя эти данные в формулу кинетической энергии движущегося тела $W = \frac{mv^2}{2}$, получим:

$$W = \frac{600 \cdot 10^2}{2} = 30\,000 \text{ кдж} \approx 8,3 \text{ квт-ч.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Второй закон Ньютона.

521. Рабочий толкает вагон, стоящий на горизонтальном пути, с силой 25 кГ. С каким ускорением будет двигаться вагон, если масса вагона 3,43 т? Какова будет скорость вагона после того, как он пройдёт 3,5 м?

522. Экипаж, масса которого 196 кг, двигаясь равноускоренно, за первые 10 сек. проходит расстояние в 25 м. С каким ускорением двигался экипаж? Чему равна сила, сообщавшая экипажу это ускорение? Трением пренебречь.

523. Сила 20 кГ сообщила телу ускорение 50 м/сек². Определить массу тела.

524. Вагон, масса которого 4,9 т, двигается по горизонтальному пути под действием усилия рабочего, которое равно 25 кГ. С каким ускорением движется вагон, если на преодоление трения нужна сила в 15 кГ?

525. К одному концу верёвки, перекинутой через блок, подвешен груз весом 10 кГ. С какой силой нужно тянуть вниз за другой конец верёвки, чтобы груз поднимался с ускорением 1 м/сек²?

526. На нитке, перекинутой через блок, подвешены две гири по 96 г каждая. На одну из гирек положен ещё перегрузок весом в 4 Г. 1) Определить ускорение, которое

перегрузок придаёт гирькам; 2) определить, во сколько времени гирьки пройдут расстояние в 90 см; 3) определить скорость гирек в конце указанного пути.

527. На нитке, перекинутой через блок, подвешены два груза по 244,5 г каждый. Какой перегрузок надо подвесить на один из грузов, чтобы получилось движение, при котором в 10 сек. будет пройден путь в 100 см?

528. На нитке, перекинутой через блок, слева подвешена гирька в 11 г, а справа — гирька в 13 г. Вся система грузов движется с ускорением $81,8 \text{ см/сек}^2$. Определить ускорение силы тяжести для данного места.

529. Чтобы отправить ядро в межпланетное пространство, ему нужно сообщить скорость 12 км/сек . Определить, с какой силой будет давить на дно снаряда тело человека весом в 80 кг, находящегося внутри ядра. Длину ствола орудия принять равной 600 м; движение снаряда в канале орудия равноускоренное.

530. В шахту опускается равноускоренно бадья весом 280 кг. В первые 10 сек. она проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит бадья.

531. Лётчик весом 78,4 кг выбросился с самолёта. Пролетев 120 м, он раскрыл парашют. В течение 5 сек. парашют уменьшил скорость падающего лётчика до $4,5 \text{ м/сек}$. Определить наибольшую силу натяжения тросов, на которых лётчик был подвешен к парашюту.

532. Поезд, отправляясь со станции, движется равноускоренно. Пройдя расстояние 800 м, он приобретает скорость 72 км/час . Определить, с каким ускорением шёл поезд. Чему равна сила, сообщающая это ускорение поезду, если масса его 100 т?

533. Вагон, масса которого 4900 кг, движется сначала равномерно со скоростью $4,8 \text{ м/сек}$. Под действием некоторой силы скорость его возрастает до 9 м/сек . Вагон прошёл от начала движения расстояние 72,45 м. Как велика действующая на него сила?

534. Ствол винтовки имеет длину 60 см. Скорость пули при вылете её из дула равна 600 м/сек . Масса пули 15 г, а её калибр 8 мм. Определить среднее давление пороховых газов в стволе.

535. На столе лежит деревянный брусок, к которому привязана нить, перекинутая через блок, как показано на рис. 52. К другому концу нити подвешен груз в 0,85 кг, после чего брусок начал двигаться равноускоренно и за 3 сек. прошёл путь 81 см. Вес бруска 2 кг. Определить коэффициент трения.

536. Вагон отцепился от состава, находящегося в покое, и начал катиться вниз под уклон равноускоренно. За первые 5 сек. он прошёл расстояние 1,25 м. Определить уклон пути. Влиянием трения пренебречь.

537. Брусok скользит по наклонной плоскости, длина которой 5 м, а высота 3 м. Сколько времени он будет скользить с вершины до основания наклонной плоскости, если коэффициент трения его о плоскость равен 0,1?

538. Брусok падал, скользя по наклонной плоскости в течение 2 сек. Наклонная плоскость образует с плоскостью горизонта угол в 30° . Длина наклонной плоскости 4 м. Определить коэффициент трения.

539. Самолёт для взлёта должен иметь скорость в 108 км/час. Время разгона для достижения этой скорости равно 12 сек. Вес самолёта 1960 кг. Коэффициент трения при разгоне 0,05. Определить среднюю мощность мотора самолёта, необходимую для разгона.

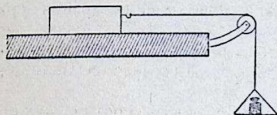


Рис. 52.

540. Какую работу нужно затратить, чтобы поднять тело весом 29,4 кг на

высоту 10 м, причём тело должно двигаться равноускоренно с ускорением $0,5 \text{ м/сек}^2$?

541. Автомобиль весом в 3,92 Т трогается с места и идёт в гору, наклон которой 0,05. Пройдя 200 м, автомобиль развил скорость в 28,8 км/час. Определить среднюю мощность мотора автомобиля. Трением пренебречь.

542. Поезд, масса которого 784 т, идёт под уклон 0,005 и в течение 50 сек. развивает скорость 18 км/час. Коэффициент трения 0,005. Определить среднюю мощность паровоза.

543. Поезд, вес которого 588 Т, тронулся с места и стал двигаться с ускорением $0,2 \text{ м/сек}^2$. Определить мощность, развиваемую паровозом через 20 сек. после начала движения, если коэффициент трения равен 0,005.

544. Автомобиль, масса которого 490 кг, идёт со скоростью 10 м/сек. Вследствие торможения он останавливается через 20 сек. Определить замедление и силу торможения.

545. Велосипедист,двигающийся со скоростью 10 м/сек, тормозит и останавливается спустя 2,5 сек. после начала торможения. Найти замедление движения и коэффициент трения велосипеда о почву при торможении.

546. Поезд, масса которого 392 т, движется со скоростью 36 км/час и при торможении останавливается, пройдя расстояние 200 м. Определить силу торможения и работу этой силы.

547. Пуля перед ударом в вал летела со скоростью 400 м/сек и углубилась на расстояние 0,5 м. Определить сопротивление вала движению пули, если вес её 24 Г.

548. Паровоз серии «Э» (вес 90 Т), один из мощных товарных паровозов железных дорог СССР, развивает силу тяги в 16 200 кГ. Он может двигать по горизонтальному участку состав в 2700 Т, или 108 гружёных товарных вагонов, на подъёме же в 0,008—1500 Т, или 60 гружёных товарных вагонов.

а) Приняв данные для паровоза серии «Э» и коэффициент трения при движении вагона по рельсам равным 0,002, рассчитать силу, необходимую для преодоления трения при движении предельного состава весом 2700 Т. Почему результат подсчёта значительно отличается от приведённой в описании силы тяги в 16 200 кГ? Для чего оставляется такой большой «запас»?

б) Для того чтобы сдвинуть с места состав, нужно, кроме силы трения, преодолеть инерцию приводимой в движение массы. Какой закон необходимо здесь применить? Какое по характеру движение получится в первый период?

в) Рассчитать ускорение, которое получится при движении состава с паровозом серии «Э» по горизонтальному пути, приняв коэффициент трения равным 0,002 и взяв необходимые данные из описания.

г) Если состав (60 вагонов) идёт вверх по пути с наклоном в 0,008, то сколько килограммов остаётся в запасе от предельной силы тяги в 16 200 кГ? Какое ускорение здесь возможно, если придётся с места брать такой подъём?

Третий закон Ньютона.

549. Из орудия, масса которого 2000 кг, вылетает снаряд в 10 кг с начальной скоростью 600 м/сек. Определить скорость отката орудия. Считая, что коэффициент трения лафета о почву равен 0,3, определить длину отката орудия.

550. Винтовка весом 3 кГ подвешена на нитях и при выстреле (вследствие отдачи) откатнулась на высоту 19,6 см. Масса пули 10 г. Определить скорость, с которой вылетела пуля.

551. Граната, летевшая со скоростью 15 м/сек , развалилась на две части: весом 6 кг и 14 кг . Скорость большего куска возросла до 24 м/сек (по направлению движения). Какова будет скорость меньшего обломка?

552. Трамвайный вагон весом $2,4 \text{ Т}$ движется со скоростью 2 м/сек . Человек весом 80 кг , стоящий на земле, становится на подножку во время движения вагона. Какова будет скорость вагона после этого?

553. Ракета весом 300 Г поднимается на высоту 100 м . Определить скорость выхода газов из ракеты, считая, что взрыв произошёл мгновенно. Вес заряда пороха 40 Г .

554. В баллистический маятник весом 5 кг ударила пуля, масса которой 10 г . При этом маятник откачнулся на высоту $4,9 \text{ см}$. Определить скорость пули при ударе.

Баллистическим маятником называется тело, подвешенное на нитях. При ударе пули это тело отклоняется назад. По величине этого отклонения можно судить о скорости в момент удара.

Кинетическая энергия.

555. Человек, масса которого 64 кг , идёт со скоростью $1\frac{1}{2} \text{ м/сек}$. Найти его кинетическую энергию.

556. Масса пули 10 г , скорость её полёта 860 м/сек . Определить её кинетическую энергию, в килограммометрах и гектоватт-часах.

557. Какую скорость должен иметь паровой молот с массой 2940 кг , чтобы его кинетическая энергия в момент удара равнялась 15000 кгм^2 ?

558. Какова масса тела, если при скорости движения 5 м/сек оно обладает кинетической энергией в 50 кгм^2 ?

559. Баба для забивки свай весом $1,2 \text{ Т}$ обладает непосредственно перед ударом кинетической энергией в 3000 кгм^2 . Определить скорость бабы, соответствующую этой кинетической энергии, и высоту, на которую она была поднята.

560. Определить кинетическую энергию снаряда, вылетевшего из дула орудия со скоростью 600 м/сек . Масса снаряда равна $19,6 \text{ кг}$. Определить среднее давление пороховых газов на снаряд при условии, что длина ствола орудия равна 2 м .

561. Пуля, масса которой $10,9 \text{ г}$, летит со скоростью 600 м/сек . Попадая в препятствие, она углубляется на 1 м . Найти кинетическую энергию пули и силу, преодолеваемую ею при углублении в препятствие.

562. Молот, масса которого 1,47 кг, ударяет о шляпку гвоздя, имея скорость 6 м/сек, вследствие чего гвоздь входит в доску на 2 см. Определить силу удара молота в килограммах.

563. На каком расстоянии остановится паровоз, идущий со скоростью 36 км/час, после прекращения действия пара? Коэффициент трения равен 0,05.

564. Вагон, масса которого 11 270 кг, идёт со скоростью 18 км/час. Какова должна быть сила торможения, чтобы остановить вагон на расстоянии 250 м?

565. Сани, масса которых 78,4 кг, скатившись с горы, имеют скорость 5 м/сек и продолжают затем двигаться по горизонтальному пути. Определить силу трения саней на горизонтальном участке пути, если известно, что они остановились, пройдя 80 м.

566. Самолёт подходит к земле на посадку со скоростью 72 км/час и пробегает по земле расстояние в 100 м. Определить коэффициент трения самолёта о землю при посадке. Принять $g = 10$ м/сек².

567. Велосипедист, развив скорость 54 км/час, пытается въехать на гору длиной 50 м и высотой 10 м с разгону (не работая во время подъёма педалями). Коэффициент трения велосипеда о землю 0,02. Въедет ли велосипедист на гору при данной начальной скорости?

568. Тело весом 4 кг упало с некоторой высоты, причём падение продолжалось 3 сек. Определить кинетическую энергию в последний момент падения. Определить потенциальную энергию тела в верхнем положении.

569. Груз в 10 кг падает с высоты 9,8 м. Найти сумму потенциальной и кинетической энергии тела в средней точке его пути.

570. Поезд, масса которого 490 т, трогается с места и движется равноускоренно, с ускорением 0,2 м/сек². Он достигает полного хода через 1,5 мин. Вычислить кинетическую энергию поезда во время полного хода.

571. Какую скорость надо сообщить куску железа, чтобы его кинетическая энергия при превращении в теплоту нагрела его на 1°?

572. Свинцовая пуля летит со скоростью 320 м/сек и ударяет о мишень. Допустим, что вся энергия её превращается в теплоту и идёт на нагревание пули. Расплавится ли при этом пуля? Начальная температура пули 100°.

573. Снаряд ударяется в вал со скоростью 500 м/сек. Определить, на сколько нагреется снаряд, если считать,

что вся его кинетическая энергия, превратившись в теплоту, пошла на нагревание снаряда ($c = 0,11$).

574. Заряд пороха в охотничьем ружье равен 6 Г. Заряд дроби весит 36 Г. Дробь вылетает из ружья со скоростью 360 м/сек. Определить коэффициент полезного действия ружья, если известно, что теплотворная способность пороха равна 700 ккал/кг.

575. Из дула орудия длиной 6 м вылетает снаряд со скоростью 600 м/сек. Масса снаряда 98 кг. Определить мощность, развиваемую орудием во время выстрела.

576. Река, текущая со скоростью 1,4 м/сек, даёт 6 м³ воды каждую секунду. Определить, какую мощность можно получить от реки, используя полностью кинетическую энергию текущей воды.

577. Пожарный насос в одну минуту выбрасывает 980 м³ воды со скоростью 18 м/сек. Определить мощность двигателя у насоса.

578. Автомобиль весом 2 Т трогается с места и идёт в гору, наклон которой равен 0,01. На расстоянии 100 м автомобиль развил скорость 36 км/час. Коэффициент трения автомобиля о почву равен 0,05. Определить среднюю мощность мотора автомобиля. Принять $g = 10$ м/сек².

579. В цирке иногда показывают фокус: на грудь человека ставят наковальню и на ней разбивают молотом камни. Масса молота 2 кг, скорость его в момент удара 10 м/сек. Человек при таких условиях опыта может выдержать на груди удар, кинетическая энергия которого не превосходит 2 кГм. Определить, какой наименьшей массой должна обладать наковальня, взятая для этого опыта. Удар считать неупругим.

§ 22. Законы динамики для вращающегося тела.

Кинетическая энергия вращающегося тела.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

580. Маховик имеет вид диска весом 392 кГ и диаметром 1,2 м. На цилиндрическую поверхность его намотана верёвка, на конец которой действует сила в 2 кГ. Найти угловое ускорение маховика. Через сколько времени он будет обладать угловой скоростью в 240 об/мин.? Момент инерции цилиндра с массой m и радиусом r равен: $\frac{m r^2}{2}$.

581. Вал диаметром 20 см и весом 392 кг вращается в подшипниках, делая 240 об/мин. Будучи предоставлен самому себе, он остановился через 4 сек. Определить силу трения вала о подшипники.

582. Вычислить кинетическую энергию вала диаметром 30 см, весом 2 Т, вращающегося с угловой скоростью 200 об/мин. При решении этой задачи и задачи 583 принять: $g = 10$ м/сек²; $\pi^2 = 10$.

583. Снаряд имеет вид цилиндра диаметром 6 см и весом 30 кг. Он летит со скоростью 400 м/сек и вращается, делая 500 об/сек. Найти его полную кинетическую энергию.

584. Диск диаметром 2 м и весом 196 кг катится по горизонтальной поверхности, причём скорость центра его равна 4 м/сек. Найти полную кинетическую энергию диска.

585. Диск диаметром 1,6 м и весом 490 кг вращается, делая 600 об/мин. К его цилиндрической поверхности прижимается колодка тормоза силой 20 кг. Коэффициент трения колодки о диск равен 0,4.

Сколько оборотов сделает диск до полной остановки?

§ 23. Центробежная сила.

Пример. Тело, масса которого 10 г, движется по окружности с радиусом 20 см со скоростью 150 см/сек. Определить величину центробежной силы.

Решение. Все данные задачи выражены в единицах системы CGS.

Подставляя их в формулу, выражающую величину центробежной силы:

$$F = \frac{mv^2}{R}, \text{ получим: } F = \frac{10 \cdot 150^2}{20} = 11\,250 \text{ дин,}$$

или, выражая величину силы в граммах веса:

$$F = \frac{11\,250}{981} \approx 11,5 \text{ Г.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

586. Тело, масса которого 19,6 кг, равномерно обращается по окружности радиуса 80 см и делает в минуту 240 оборотов. Определить центробежную силу.

587. Камень, масса которого 98 г, привязан за верёвку длиной в 1 м, другой конец которой находится в руке.

Вследствие движения камня по окружности развивается центробежная сила в 250 Г. Определить скорость движения камня.

588. Два стержня скреплены под прямым углом (рис. 53). По горизонтальному стержню может скользить шарик *A* весом 50 Г, по вертикальному — груз *B* весом 200 Г. Шарик и груз соединены нитью, перекинутой через блок *C*. Ось вращения прибора служит вертикальный стержень; шарик *A* находится от этой оси на расстоянии 5 см. Сколько оборотов в минуту должен делать прибор, чтобы груз *B* был поднят центробежной силой, развиваемой при вращении шарика *A*?

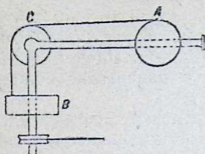


Рис. 53.

589. Диск паровой турбины Лавалья весит 9,8 кг и делает 30 000 об/мин. Определить центробежную силу при вращении этой турбины, если известно, что ось турбины проходит на расстоянии 0,1 мм от центра тяжести диска (вследствие ошибки при насадке).

590. Человек находится на краю круглой горизонтальной платформы радиусом 4 м, вращающейся вокруг вертикальной оси. Сколько оборотов в минуту должна делать платформа, чтобы человек не мог удержаться на ней? Коэффициент трения 0,2.

591. Два шарика насажены на стержень и связаны ниткой, как показано на рис. 54. Шарик может скользить по стержню. Массы шариков 100 г и 200 г. Большой шарик находится на расстоянии 5 см от оси вращения. На каком расстоянии от оси нужно поместить малый шарик, чтобы при вращении шарик оставались в равновесии?

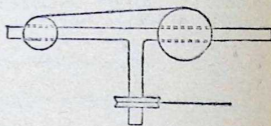


Рис. 54.

592. Гирия, находясь на полюсе Земли, весит 1 кг. Сколько потеряет она в весе благодаря центробежной силе, если её поместить на экваторе Земли? (Радиус Земли 6300 км, время обращения её вокруг оси 24 часа.)

593. Трамвай, вес которого 19,6 Т, идёт по выпуклому мосту со скоростью 32,4 км/час. Радиус кривизны моста

равен 30 м. Определить, с какой силой давит трамвай на мост при своём движении.

594. Мост, прогибаясь под тяжестью поезда весом 400 Т, образует дугу радиуса 2000 м. Определить давление, которое поезд оказывает на мост, проходя через середину моста. Скорость поезда считать везде одинаковой и равной 20 м/сек. Принять $g = 10$ м/сек².

595. Тело, вес которого 2,45 кг, привязано на шнуре, длина которого 1,2 м, и вращается, делая 60 об/мин. Определить силу натяжения шнура при вращении в вертикальной плоскости в наивысшем и наинизшем положениях тела.

596. Ведро с водой привязано к верёвке длиной в 0,6 м и вращается в вертикальной плоскости, делая один оборот в секунду. Определить, выливается ли вода, когда ведро проходит через высшую точку и расположено дном вверх.

597. Велосипедист должен проехать по чортову колесу, радиус которого 8 м. С какой высоты должен начать свой пробег, чтобы не свалиться в верхней точке колеса?

598. Велосипедист едет по горизонтальному пути. Какую наименьшую скорость он должен развить, чтобы с разгону сделать мёртвую петлю радиусом 2 м? Принять $g = 10$ м/сек².

599. Шарик, вес которого равен P , подвешен на нити и отведён в сторону так, что нить образует с первоначальным направлением угол 90° . Затем шарик предоставляют качаться. Определить натяжение нити в момент прохождения шариком положения равновесия.

600. Люстра висит на цепи длиной 2,5 м. Цепь может выдержать груз не более 50 кг. Вес люстры равен 25 кг. Люстра отклоняется от вертикального положения на некоторый угол и выпускается из рук, благодаря чему она раскачивается на цепи. Определить, на какой наибольший угол можно отклонить люстру без обрыва цепи во время колебаний. Принять $g = 10$ м/сек².

601. Тело привязано к шнуру длиной 1 м. Сколько оборотов в минуту делает тело, если шнур описывает конус, образуя с горизонтом угол 30° ?

602. Велосипедист едет со скоростью 36 км/час по закруглению трэка, радиус которого равен 20 м. Найти поперечный наклон, который должен быть придан дорожке трэка. При решении задач 602 и 603 принять $g = 10$ м/сек².

603. Вагон идёт по закруглению радиуса 800 м со скоростью 72 км/час. Расстояние между рельсами равно 1,5 м. Определить, на сколько должен быть выше внешний рельс по сравнению с внутренним.

§ 24. Всемирное тяготение.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

604. В системе CGS сила имеет наименование $г \cdot см/сек^2$. Какое наименование должна иметь гравитационная постоянная в формуле закона всемирного тяготения, чтобы первая часть формулы имела наименование силы?

605. С какой силой притягиваются два корабля массой 10000 т каждый, находящиеся на расстоянии 1 км друг от друга?

606. Радиус Земли равен 6370 км. Сколько весит масса в 1 т, находящаяся на высоте 12 км над поверхностью Земли?

607. На какой высоте над поверхностью Земли давление тела на подставку вследствие тяготения к Земле будет в два раза меньше, чем на поверхности Земли?

608. Вычислить среднюю плотность Земли, если известна гравитационная постоянная. Радиус Земли равен 6370 км; принять $g = 981 см/сек^2$.

609. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли. Масса Марса составляет 0,11 от массы Земли. Определить, во сколько раз сила притяжения на Марсе меньше силы притяжения на Земле.

610. Луна находится от Земли на расстоянии приблизительно 60 земных радиусов и обращается вокруг Земли по окружности, причём один оборот совершает приблизительно в 27,3 суток. Вычислить центростремительное ускорение движения Луны вокруг Земли и сравнить его с ускорением земного притяжения на расстоянии Луны. Радиус Земли равен 6370 км.

611. С какой скоростью орудие должно бросить снаряд в горизонтальном направлении, чтобы снаряд не упал на землю, а стал обращаться вокруг Земли по окружности? Соппротивление воздуха в расчёт не принимать.

612. Решить предыдущую задачу, считая, что орудие находится на высоте 12 600 км над поверхностью Земли.

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ. ЗВУК ¹⁾.

§ 25. Маятник.

Пример. Определить для Москвы длину секундного маятника.

Решение. По определению секундного маятника период его простого колебания равен 1 сек. Применяем формулу $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; так как для Москвы ускорение $g = 9,815 \text{ м/сек}^2$, то получаем:

$$1 = \pi \sqrt{\frac{l}{9,815}}$$

Отсюда:

$$l = \frac{9,815}{\pi^2} = \frac{9,815}{9,86} = 0,995 \text{ м.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

613. Маятник весом 200 Г и длиной 0,5 м качается по дуге с хордой 30 см. Найти величину силы, движущей маятник, когда он находится в отклонениях, соответствующих хордам в 30 см, 15 см и 0 см.

614. Определить вес шарика маятника, если при угле отклонения в 60° движущая сила равна 100 Г.

615. Железный шарик диаметром 4 см при некотором отклонении имеет движущую силу 150 Г. Определить угол отклонения.

616. Найти ускорение силы тяжести в том месте земной поверхности, в котором длина секундного маятника будет 0,995 м.

617. Определить длину секундного маятника для места, в котором $g = 9,8 \text{ м/сек}^2$.

618. Определить период простого колебания маятника длиной 1,8 м, если $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$.

619. Как велика длина маятника (в Москве) с периодом простого колебания в полсекунды?

620. Маятник длиной 2 м совершает в час 2536 качаний. Определить ускорение силы тяжести для этого места.

¹⁾ Глава IV составлена А. И. Смирным.

621. Из двух маятников в одном и том же месте один за некоторое время совершил 10 колебаний, другой за то же время 6 колебаний; разница в их длине 20 см.

Найти длину каждого.

622. Какую длину должен иметь маятник, отбивающий в Лондоне секунды? Ускорение силы тяжести для Лондона $g = 9,812 \text{ м/сек}^2$.

623. Один маятник совершает 200 качаний в минуту, другой 300. Найти отношение их длин.

624. Будут ли отставать или идти вперёд часы с секундным маятником, если их из Ленинграда перевезти в Архангельск. Ускорение силы тяжести g для Ленинграда $981,9 \text{ см/сек}^2$, для Архангельска $982,2 \text{ см/сек}^2$.

625. На сколько уйдут вперед часы за сутки, если их с экватора перенести на полюс? Для ускорения силы тяжести соответственно примем $g = 978 \text{ см/сек}^2$, $g_1 = 983 \text{ см/сек}^2$.

626. Часы с маятником за сутки отстают на час; что надо сделать с маятником, чтобы они шли верно?

627. Как надо уменьшить длину маятника, чтобы он в Париже, как и в Москве, отбивал секунды? Ускорение силы тяжести для Москвы $981,5 \text{ см/сек}^2$, для Парижа 981 см/сек^2 .

628. Определить ускорение силы тяжести в Севастополе, если часы с маятником, верные для Москвы, отстают там на 35 сек. в сутки; для Москвы $g = 981,5 \text{ см/сек}^2$.

629. Как будет изменяться ход часов с маятником зимой и летом?

630. Вывести зависимость периода колебаний маятника от изменения температуры.

631. Железный маятник при 0° отбивает секунды. На сколько отстанут такие часы за сутки летом при температуре 30° ?

632. Часы с медным маятником при температуре 0° за сутки уходят вперёд на 7 сек. и отстают на 9 сек. за сутки при температуре 20° . Определить коэффициент линейного расширения меди.

633. Определить потенциальную и кинетическую энергию маятника длиной 2,5 м с шаром, вес которого 1 кг, в тот момент, когда нить его образует с вертикалью угол 20° . Наибольший угол отклонения маятника от положения равновесия 30° .

634. Определить скорость маятника длиной в 2 м при прохождении им положения равновесия, если он был отведён на 30° .

§ 26. Колебания упругих тел и звуковые явления.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

635. Как известно, период упругих колебаний какой-нибудь массы m определяется формулой $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, где k — коэффициент, измеряемый силой, действующей на эту массу при её отклонениях из положения равновесия на единицу длины.

Рассчитать период колебания груза с массой 245 г, подвешенного на пружине, которая при нагрузке в 1 кг удлиняется на 10 см. Расчёт произвести как по системе CGS, так и по технической.

636. В тисках зажата пружинящая пластинка, на конце которой находится масса в 98 г. Сколько колебаний в секунду будет давать пластинка, если упругость её такова, что от действия силы в 0,45 кг конец её отходит на 5 см?

637. Формула $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (см. задачу 635) определяет период колебаний, происходящих под действием силы, пропорциональной расстоянию. Это условие пропорциональности верно и для маятника. Почему же период его колебаний вычисляется по совершенно иной формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} ?$$

Найдите размерности обоих выражений и покажите, что из первой формулы можно получить вторую.

Указание. Сила, возвращающая маятник в положение равновесия, выражается через вес маятника p и угол отклонения φ следующим образом: $f = p \sin \varphi \approx p \varphi \approx p \frac{x}{l}$.

638. Наблюдатель заметил вспышку от выстрела, произведённого на расстоянии 2 км, на 6,1 сек. раньше, чем слышал звук от выстрела. Определить скорость звука в условиях опыта.

639. Определить, на каком расстоянии от наблюдателя разразилась гроза, если он слышал гром через 6 сек. после вспышки молнии.

Примечание. В этой и следующих задачах скорость звука, если она не указана в задаче, принять равной 330 м/сек.

640. В двух точках A и B , находящихся на равных расстояниях от стены (200 м), стоят два наблюдателя.

В точке *A* производится отрывистый звук, который услышан наблюдателем в точке *B* на 1 сек. раньше отражённого от стены. Определить расстояние между наблюдателями.

641. Человек за секунду произносит 4 слога; определить, на каком расстоянии надо поставить преграду перед ним, чтобы он успел произнести слово из 5 слогов, прежде чем услышит эхо.

642. Определить длину волны звука от паровозного свистка, дающего 660 колебаний в секунду.

643. Найти длину волны основного тона *la*, имеющего 435 колебаний в секунду.

644. Определить скорость звука в воде, если колебание с периодом 0,005 сек. вызывает волну длиной в 7,175 м.

645. Длины волн человеческой речи колеблются между 2,4 м и 3,65 м. Найти предельные периоды колебаний.

646. Скорость распространения звука в стали колеблется от 4880 до 4982 м/сек. Определить наименьшую и наибольшую длины волны, получаемой в стали при периоде колебания 0,001 сек.

647. Сирена имеет 60 отверстий и делает 360 об/мин. Определить длину волны даваемого ею звука и его период.

648. Определить период колебаний звука от крыльев вентилятора, если его звук одной высоты с сиреной, имеющей 20 отверстий и делающей 300 об/мин.

649. Сирена имеет 16 отверстий, даёт звук, соответствующий числу колебаний, равному 106,6 в секунду. Определить число оборотов.

650. Сирена издаёт звук, соответствующий 660 колебаниям; к ней приближается наблюдатель со скоростью 18 км/час. Будет ли он слышать более высокий звук и с каким числом колебаний?

651. Отходящий пароход начинает давать свисток, соответствующий звуку 400 колебаний в секунду. Находясь на берегу слышат этот свисток как звук, соответствующий 395 колебаниям в секунду. С какой скоростью отходит пароход, если скорость звука 340 м/сек?

652. К поезду, идущему со скоростью 60 км/час, приближается другой со скоростью 40 км/час, дающий свисток, соответствующий звуку с 840 колебаниями. Какому числу колебаний соответствует звук, который слышит перед встречей поездов пассажир, находящийся в первом поезде?

653. Паровоз, дающий свисток, соответствующий звуку в 500 колебаний, прошёл мимо человека, стоявшего на полотне железной дороги, и последний услышал этот свисток как звук, соответствующий 480 колебаниям. С какой скоростью двигался паровоз, если скорость звука 340 м/сек?

654. Ружейная пуля, пролетевшая мимо уха наблюдателя, понизила тон своего звука на октаву. Определить скорость пули.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.

§ 27. Количество электричества, сила тока, сопротивление, напряжение. Работа и мощность тока.

Пример 1. В течение 10 мин. на электроде ванны с раствором серебряной соли выделилось 11,2 г металлического серебра. Определить силу тока.

1) Определяем количество протекшего электричества в кулонах.

1 кулон выделяет 1,12 мг серебра. Количество протекшего электричества равно:

$$e = \frac{11,2 \text{ г}}{1,12 \text{ мг}} = \frac{11\,200 \text{ мг}}{1,12 \text{ мг}} = 10\,000 \text{ кулонов.}$$

2) Определяем силу тока по формуле:

$$I = \frac{e}{t}, \quad t = 10 \text{ мин.} = 600 \text{ сек.}$$

Имеем:

$$I = \frac{10\,000}{600} \approx 16,7 \text{ А.}$$

Пример 2. Проводник из нейзильбера имеет в длину 50 м и площадь поперечного сечения 2 мм². Определить сопротивление этого проводника при температуре 500° С.

1) Находим сопротивление проводника при 0° по формуле:

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Подставляя данные:

$$L = 50 \text{ м}; \quad S = 2 \text{ мм}^2; \quad \rho = 0,3 \text{ (из таблиц),}$$

имеем:

$$R = 0,3 \frac{50}{2} = 7,5 \Omega.$$

2) Находим сопротивление этого проводника при температуре 500° С по формуле:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t),$$

где:

$$R_0 = 7,5 \Omega; \quad \text{для нейзильбера } \alpha = 0,0004; \quad t = 500^\circ.$$

Получаем:

$$R_t = 7,5(1 + 0,0004 \cdot 500) = 9 \Omega.$$

Пример 3. Электрическая лампочка поглощает мощность 15 W при силе тока в 1,5 A. Определить разность потенциалов на концах нити накала лампочки.

Решаем по формуле $N = I \cdot U$, откуда

$$U = \frac{N}{I}.$$

Так как $N = 15 \text{ W}$ и $I = 1,5 \text{ A}$, то $U = \frac{15}{1,5} = 10 \text{ V}$.

Пример 4. Электрическая лампочка горит под напряжением 120 V при силе тока в 0,5 A. Определить стоимость горения за 10 час., если 1 гектоватт-час энергии стоит 2 коп.

1) Определяем мощность, потребляемую лампочкой, по формуле:

$$N = I \cdot U.$$

Так как $I = 0,5 \text{ A}$ и $U = 120 \text{ V}$, то

$$N = 0,5 \cdot 120 = 60 \text{ W} = 0,6 \text{ hW}.$$

2) Зная мощность и время работы, можем определить совершённую работу по формуле: $A = Nt$.

Так как $N = 0,6 \text{ hW}$, $t = 10 \text{ час.}$, затраченная энергия

$$W = 0,6 \cdot 10 = 6 \text{ hWh}.$$

3) Определяем стоимость горения лампочки: 1 гектоватт-час стоит 2 коп., откуда $6 \cdot 2 = 12 \text{ коп.}$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Подсчёт количества электричества и силы тока.

655. Электрический ток, проходя через ванну с раствором медного купороса, выделяет на электроде 0,165 г меди. Определить количество протекшего электричества.

656. Какое количество серебра выделится на электроде кулонометра, если через него пройдёт 100 кулонов электричества?

657. В течение 1 мин. через поперечное сечение данного проводника протекло 600 кулонов электричества. Определить силу тока.

658. Какое количество электричества пройдёт через проводник при силе тока 5 А в течение 1 часа?

659. Определить время, в течение которого через проводник пройдёт 3000 кулонов электричества при силе тока в 5 А.

660. При пропускании электрического тока через ванну с раствором медного купороса в течение 10 мин. на электроде выделилось 0,66 г меди. Определить силу тока.

Расчёт сопротивлений.

661. Определить сопротивление провода телеграфной линии Москва—Харьков длиной 780 км, если проводка выполнена из железной проволоки диаметром 5 мм.

662. Каково должно быть сечение железной проволоки, взятой для изготовления реостата, сопротивление которого должно быть равно 20 Ω, при длине проволоки в 200 м?

663. Определить сопротивление 100 Г никелиновой проволоки, диаметр сечения которой 1 мм.

664. Сколько по весу потребуется проволоки из железа диаметром 2 мм, чтобы получить сопротивление 40 Ω?

665. В целях экономии меди в последнее время часто практикуется замена медного провода алюминиевым. По правилам ОСТ (отдел стандартов и нормалей) удельное сопротивление алюминия не должно превышать 0,03.

Медный провод имел сечение 50 мм². Какое сечение нужно придать алюминиевому проводу, чтобы сопротивление линии не изменилось?

666. В каком отношении изменится вес провода предыдущей задачи при замене меди алюминием?

Зависимость сопротивления от температуры¹⁾.

667. Сопротивление реостата из никелина, измеренное при 0°, равно 20 Ω. Рассчитать, каково будет сопротивление реостата, когда проволока его нагреется до 200°.

668. Сопротивление металлической нити лампы накаливания в холодном состоянии равно 20 Ω. Сопротивление той же нити, измеренное при горении лампы, равно 188 Ω. Определить температуру накала лампы.

669. Угольная нить лампы накаливания имеет сопротивление в холодном состоянии 300 Ω. Раскалённая током до 1700° нить той же лампы представляет сопротивление 45 Ω. Определить температурный коэффициент угля.

670. На сколько увеличивается сопротивление телеграф-

¹⁾ Температурный коэффициент сопротивления примем: для чистых металлов 0,004, для никелина 0,002.

ной проволоки, натянутой между Москвой и Ленинградом, летом по сравнению с зимой, если принять разницу в температурах между этими временами года в 50° ? Расстояние между Москвой и Ленинградом 640 км. Проволока — железная, сечением 3 мм².

671. На сколько должна увеличиться температура медного проводника, чтобы сопротивление его возросло в 2 раза?

Подсчёт работы и мощности тока.

672. Разность потенциалов на концах некоторого участка цепи 12 В, а сила протекающего по нему тока 5 А. Определить мощность, потребляемую этим участком цепи.

673. Мощность тока в цепи равна 1 кВт. Определить напряжение на зажимах цепи, если сила тока равна 10 А.

674. Какой силы ток получится в цепи от динамомашин, полезная мощность которой 5 л. с., а напряжение у её полюсов 100 В?

675. Найти мощность электрического тока, питающего лампочку накаливания, если через неё проходит ток силой 0,5 А при напряжении на зажимах лампочки 120 В.

676. Шатурская электростанция, включённая в сеть МОГЭС, имеет мощность 136 000 кВт и является одним из источников электроснабжения Москвы. Подсчитать, сколько тонн привозной нефти экономит ежедневно Шатурская установка. Принять, что вышеуказанную мощность станция развивает в среднем по 12 часов в сутки. Теплотворную способность нефти принять 11 000 ккал/кг. Коэффициент использования тепловой энергии равен 20%.

677. Шатурская электростанция имела мощность 48 000 кВт, а в конце первой пятилетки её мощность доведена до 136 000 кВт. Сколько электрических ламп может загореться за счёт увеличенной мощности, если ток будет подаваться при напряжении 120 В и через каждую лампу будет идти ток силой в 0,4 А.

678. Приняв данные предыдущей задачи о мощности Шатурской станции и среднем времени работы за 1 сутки, рассчитать, какое количество условного топлива затрачивает станция на каждый киловатт-часов отпущенной энергии. Суточный расход условного топлива составляет около 1100 т.

679. Определить работу электрического тока силой в 2 А за 10 часов, если напряжение было 110 В. Работу подсчитать в гектоватт-часах.

680. Определить работу тока за 1 час, если сила тока равна 2 А, а напряжение тока 4,2 В.

681. Рассчитать стоимость горения пустотной лампы в 35 свечей в течение 8 час. при тарифе 1,6 коп. за гектоватт-час.

Примечание. Мощность, поглощаемую различными лампами накаливания на 1 свечу, для этой задачи и последующих следует брать из таблицы, помещённой в конце книги.

682. Какой силы ток требуется для электрической газополной лампы в 100 свечей, если она включена в сеть с напряжением в 110 V?

683. Электрическая газополная лампочка потребляет мощность в 200 W. Во сколько обойдётся 5 часов горения такой лампочки при оплате энергии по 1,6 коп. за гектоватт-час?

684. Рассчитать стоимость горения в месяц одной лампочки накаливания, горящей ежедневно по 6 часов и потребляющей при 120 V напряжения ток силой в 0,5 A. За 1 hWh энергии уплачивается 2,8 коп.

685. В мастерской работают 3 мотора по 5 л. с. и 5 моторов по 1 л. с. ежедневно по 8 часов. Определить месячную стоимость потребляемой энергии при тарифе 1,6 коп. за 1 hWh.

686. Лифт весом 1000 кг поднимается на высоту 20 м в течение 40 сек. Мотор лифта работает от сети под напряжением 120 V. Какая сила тока необходима для питания мотора? Потери на трение и прочие не принимать во внимание.

687. Вагон трамвая, развивая силу тяги в 300 кг, движется с постоянной скоростью по горизонтальному пути и проходит расстояние в 1 км. Определить скорость движения вагона, если напряжение тока, питающего мотор вагона, 500 V, а сила тока равна 75 A. Потери энергии в расчёт не принимать.

688. Электровоз движется со скоростью 36 км/час и развивает в среднем силу тяги в 500 кг. Определить, какой силы ток потребляет мотор электровоза, если напряжение на его зажимах равно 500 V.

689. Электрическая установка, коэффициент полезного действия которой 50%, использует энергию воды, падающей с плотины высотой 4 м, при ежесекундном расходе воды, равном 1 м³. Сколько лампочек накаливания может питать такая установка, если сила тока в каждой из них равна 1 A при напряжении в сети 120 V?

690. В совхозе им. Фрунзе применяется корчевальная электрическая машина с мотором 20 л. с., которая может

вытащить пень в полминуты. Определить произведённую при этом работу и её стоимость, считая по 2 коп. за гекто-ватт-час.

§ 28. Закон Ома для части цепи.

Пример. Определить силу тока на участке цепи, состоящей из константановой проволоки длиной в 20 м, диаметром 0,8 мм, если напряжение на концах этого участка цепи 40 В.

1) Определяем площадь поперечного сечения проволоки по формуле $S = \pi r^2$.

Так как радиус проволоки 0,4 мм, то:

$$S = 3,14 \cdot 0,4^2 = 0,5024 \approx 0,5 \text{ мм}^2.$$

2) Определяем сопротивление константановой проволоки по формуле:

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Имеем:

$$R = 0,5 \frac{20}{0,5} = 20 \text{ }\Omega.$$

3) Определяем силу тока по формуле:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{40}{20} = 2 \text{ А.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

691. Определить силу тока в электрической лампочке, сопротивление которой 400 Ω , а напряжение на зажимах 120 В.

692. Потеря напряжения в реостате равна 100 В. Определить его сопротивление, если сила тока, проходящего через реостат, равна 5 А.

693. Какая разность потенциалов потребуется для того, чтобы получить ток силой 60 А в проволоке с сопротивлением 2 Ω ?

694. К зажимам динамомашинны приключено сопротивление в 0,4 Ω . Амперметр показывает силу тока в цепи 300 А. Найти напряжение на зажимах динамо и мощность, отдаваемую ею сопротивлению.

695. Мощность, потребляемая реостатом, составляет 30 Вт. Найти сопротивление реостата, если напряжение на его зажимах равно 60 В.

696. Лампа накаливания потребляет 96 W и обладает сопротивлением $150 \text{ }\Omega$. Определить: 1) силу тока в лампе, 2) напряжение на зажимах лампы.

697. Реостат сделан из никелиновой проволоки длиной в 15 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2 . Найти силу тока в реостате и потребляемую им мощность, если напряжение на его зажимах равно 18 V .

698. Длина провода, проводящего ток от динамомашинны к потребителю электрической энергии, равна в оба конца 120 м . Какой диаметр должен иметь медный провод, если при силе протекающего по нему тока в 160 A потеря напряжения должна составлять 8 V ?

699. Электрический фонарь, требующий для горения напряжение 45 V при силе тока в 10 A , включается в сеть с напряжением 110 V , причём лишнее напряжение поглощается реостатом. Определить длину никелиновой проволоки, пошедшей на изготовление реостата. Сечение провода 2 мм^2 .

700. Электрическая печь, сделанная из никелиновой проволоки в $56,25 \text{ м}$ длиной и $1,5 \text{ мм}^2$ поперечного сечения, присоединена к сети с напряжением 120 V . Рассчитать стоимость пользования печкой в течение месяца (30 дней), если печь будет ежедневно работать по 6 часов. За 1 kWh энергии уплачивается $2,5 \text{ коп.}$

701. Лампочка накаливания в 25 свечей расходует $1,2 \text{ W}$ на свечу. Определить силу тока, потребляемую лампочкой, если напряжение у её зажимов 120 V . Найти сопротивление лампочки и стоимость горения её в течение месяца, если цена на электрическую энергию установлена в $1,6 \text{ коп.}$ за 1 kWh и если лампочка будет гореть ежедневно по 8 часов.

702. Угольная лампа накаливания горит под напряжением в 120 V при силе тока в $1,5 \text{ A}$. Определить сопротивление угольного волоска лампы в холодном состоянии при температуре 0° C , если температура волоска лампы в накалённом состоянии 1600° C ($\alpha = -0,0005$).

703. Экономическая лампочка горит под напряжением 120 V при силе тока $0,3 \text{ A}$. Определить температуру накала, если лампочка в холодном состоянии имеет сопротивление $44,4 \text{ }\Omega$ ($\alpha = 0,004$).

§ 29. Закон Ома для всей цепи.

Пример. Электродвижущая сила элемента $1,4 \text{ V}$, сопротивление внешней цепи $4 \text{ }\Omega$, а внутреннее сопротивление

элемента 3Ω . Определить силу тока и напряжение на зажимах элемента.

1) Находим силу тока по формуле:

$$I = \frac{E}{R+r}, \text{ где } E = 1,4 \text{ V}; R = 4 \Omega; r = 3 \Omega.$$

Имеем:

$$I = \frac{1,4}{4+3} = 0,2 \text{ A.}$$

2) Определяем напряжение на внешней цепи по формуле:

$$U = E - Ir.$$

Имеем:

$$U = 1,4 - 0,2 \cdot 3 = 0,8 \text{ V.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

704. Электродвижущая сила элемента $1,8 \text{ V}$, внутреннее сопротивление его $2,2 \Omega$. Определить силу тока, доставляемого элементом, если сопротивление внешней цепи $7,8 \Omega$.

705. Электродвижущая сила элемента равна 2 V , сопротивление внешней цепи $1,14 \Omega$. Определить внутреннее сопротивление элемента, если сила тока, доставляемого им, $1,25 \text{ A}$.

706. Во внешнюю цепь элемента с электродвижущей силой в $1,5 \text{ V}$ и внутренним сопротивлением в $0,5 \Omega$ включено некоторое сопротивление. Определить величину этого сопротивления, если сила тока в цепи $0,1 \text{ A}$.

707. Чему равна потеря напряжения в гальваническом элементе с сопротивлением $2,2 \Omega$, если он даёт в цепь ток силой в $0,5 \text{ A}$?

708. Внутреннее сопротивление гальванического элемента $0,6 \Omega$, внешнее сопротивление цепи $0,4 \Omega$. Определить электродвижущую силу и напряжение на зажимах, если сила тока в цепи $1,6 \text{ A}$.

709. Цепь состоит из элемента и проводника с сопротивлением в 2Ω . Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах элемента, если его электродвижущая сила равна $1,4 \text{ V}$, а внутреннее сопротивление $0,8 \Omega$.

710. Элемент замкнут никелиновым проводником длиной 3 м , площадью поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$. Определить электродвижущую силу, если напряжение внешней цепи $1,92 \text{ V}$, а внутреннее сопротивление элемента $0,2 \Omega$.

711. Определить внутреннее сопротивление источника энергии, который, имея электродвижущую силу в 4 V, замкнут железной проволокой длиной 40 м с диаметром поперечного сечения 1 мм; источник даёт силу тока в 0,5 А.

712. Источник тока с электродвижущей силой 10 V и внутренним сопротивлением 0,2 Ω замкнут железным проводом, диаметр которого 1,5 мм, причём получается ток силой в 2 А. Определить длину провода и напряжение на зажимах источника.

713. Элемент с электродвижущей силой 1,5 V и внутренним сопротивлением 2 Ω замкнут железной проволокой длиной в 5 м, причём сила тока получается в 0,5 А. Найти площадь сечения проволоки.

714. Гальванический элемент даёт ток силой в 0,8 А, если его замкнуть медной проволокой длиной 50 м с поперечным сечением 1,7 мм². При замыкании того же элемента железной проволокой длиной 60 м с поперечным сечением 3 мм² получается ток в 0,5 А. Найти электродвижущую силу и внутреннее сопротивление элемента.

715. Элемент, внутреннее сопротивление которого 0,2 Ω , замкнут никелиновой проволокой длиной 6 м с площадью сечения 1 мм². Напряжение на концах проволоки 1,8 V. Найти коэффициент полезного действия.

716. Аккумулятор, внутреннее сопротивление которого 0,05 Ω , замкнут проводником с сопротивлением 2 Ω , причём сила тока получается равной 1 А. Определить электродвижущую силу, напряжение внешней цепи и коэффициент полезного действия.

717. Элемент с электродвижущей силой 2,1 V и внутренним сопротивлением 0,2 Ω соединён с реостатом. Чему равны сила тока и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента равнялось 2 V? Какой длины железную проволоку надо взять для изготовления реостата, если сечение её 0,75 мм²? Чему равен расход энергии во внешней цепи за $\frac{1}{2}$ часа?

§ 30. Последовательное и параллельное соединения проводников.

Пример 1. Пять проводников, имеющих сопротивление в 5, 8, 10, 2 и 4 Ω , могут быть соединены последовательно и параллельно. Определить их общее сопротивление в обоих случаях.

1) Находим сопротивление всех проводников, когда они соединяются последовательно, по формуле:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n;$$
$$R = 5 + 8 + 10 + 2 + 4 = 29 \text{ } \Omega.$$

2) Находим сопротивление тех же проводников, когда они соединяются параллельно, по формуле:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_n};$$
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{10} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{47}{40}$$

откуда:

$$47R = 40; R = \frac{40}{47} = \approx 0,85 \text{ } \Omega.$$

Пример 2. Напряжение на зажимах 10 ламп, соединённых параллельно, 110 V. Сопротивление одной лампы 400 Ω . Сопротивление проводов, подводящих ток, 3,6 Ω . Определить: 1) силу тока в одной лампе, 2) силу тока в главной цепи, 3) падение напряжения в проводах, подводящих ток, 4) коэффициент полезного действия проводки.

1) Определим силу тока в одной лампе по формуле закона Ома для части цепи:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Так как $U = 110 \text{ V}$, $R = 400 \text{ } \Omega$, то сила тока будет:

$$I_1 = \frac{110}{400} = 0,275 \text{ A.}$$

2) Найдём силу тока в главной цепи. Так как сила тока главной цепи равна сумме сил токов отдельных ветвей, а в данном случае во всех ветвях (лампах) сила тока одинакова, то сила тока в главной цепи будет равна произведению силы тока одной лампы на число ламп:

$$I = 0,275 \cdot 10 = 2,75 \text{ A.}$$

3) Определим по закону Ома для части цепи падение напряжения на проводах, подводящих ток:

$$U_2 = I \cdot R_1.$$

Так как $I = 2,75$, а $R_1 = 3,6 \text{ } \Omega$, то

$$U_2 = 2,75 \cdot 3,6 = 9,9 \text{ V.}$$

4) Далее определим напряжение всей проводки по формуле:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n.$$

У нас $U_1 = 110$ V, а $U_2 = 9,9$ V, и напряжение всей проводки будет:

$$U = 110 + 9,9 = 119,9 \text{ V}.$$

5) Теперь определим коэффициент полезного действия проводки по формуле:

$$100 \frac{U_1}{U} = \eta\%.$$

где $U_1 = 110$ V, а $U = 119,9$ V.

Подставляя в формулу, находим:

$$\eta\% = \frac{110 \cdot 100}{119,9} = 91,7\%.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Последовательное соединение.

718. Цепь состоит из проводов с сопротивлением $0,4 \text{ } \Omega$, дугового фонаря, имеющего сопротивление $3 \text{ } \Omega$, и реостата с сопротивлением $10 \text{ } \Omega$. Каково сопротивление всей внешней цепи, если проводник, фонарь и реостат включены последовательно?

719. Четыре дуговых фонаря включены последовательно и имеют сопротивление по $3,6 \text{ } \Omega$ каждый. Сопротивление проводов $1,2 \text{ } \Omega$ и реостата $1,07 \text{ } \Omega$. Сила тока, питающего фонари, равна 12 A. Определить напряжение в сети.

720. Динамомашинка с внутренним сопротивлением $0,95 \text{ } \Omega$ даёт ток в цепь, состоящую из проводов с сопротивлением $0,15 \text{ } \Omega$, дугового фонаря, обладающего сопротивлением в $3,3 \text{ } \Omega$, и из добавочного сопротивления в $2,6 \text{ } \Omega$. Определить электродвижущую силу динамомашинки, если сила тока в цепи равна 10 A.

721. Рассчитать длину никелиновой проволоки, взятой для изготовления реостата на $20 \text{ } \Omega$, если площадь сечения её 1 мм^2 . Какое получится падение потенциала на каждый метр длины проволоки, если включить её в осветительную сеть с напряжением 120 V?

722. В городскую осветительную сеть с напряжением 110 V нужно включить последовательно 5 лампочек накаливания с напряжением каждая по 12 V. Вычислить доба-

вочное сопротивление, которое потребуется к лампочкам, и силу тока в них, если сопротивление каждой лампочки равно 20Ω .

723. Рассчитать площадь сечения медного провода для передачи тока мощностью 6 kW при напряжении 100 V . Длина провода в оба конца 100 м , и потеря напряжения в нём не должна превышать 6 V .

Примечание. Указанные мощность и напряжение относятся к зажимам источника тока.

724. Сделать расчёт сечения медного провода по условиям предыдущей задачи, если напряжение тока равно 220 V , а потеря напряжения в проводах не должна превышать 11 V .

725. Необходимо передать мощность в 6 kW на расстояние в 1 км , причём потеря энергии в проводах не должна превышать 5% всей передаваемой энергии. Указанную мощность можно передать в одном случае при напряжении 120 V , в другом — при напряжении 600 V .

Рассчитать, какого сечения потребовалось бы взять медный провод для передачи энергии в обоих случаях. Определить экономию меди в процентах при передаче энергии вторым способом.

726. Дуговой фонарь, требующий для своего горения напряжение 50 V и ток в 10 A , включён в сеть с напряжением в 120 V . Лишнее напряжение поглощается реостатом. Определить: 1) сопротивление реостата, 2) длину никелиновой проволоки, затраченной на его изготовление, если её сечение равно 2 мм^2 , 3) энергию, необходимую для горения фонаря в течение 6 часов.

727. В проводах, питающих лампу накаливания, горящую под напряжением 120 V , теряется напряжение, составляющее 2% от напряжения у зажимов лампы. Каково сопротивление проводов, если сила тока, потребляемая лампой, 5 A ? Определить сечение медных проводов, если полная длина их 48 м .

728. В цепи, сопротивление которой равно $1,2 \Omega$, проходит ток силой в 100 A . Определить полезную мощность машины, дающей ток в цепь, а также мощность двигателя (в киловаттах и лошадиных силах), приводящего в действие машину, если коэффициент полезного действия её 75% .

729. Динамомашинка с вольтажем 120 V обладает мощностью 10 л. с. Какова будет мощность тока у потребителя, если проводка выполнена алюминиевым проводом

площадью поперечного сечения 20 мм^2 и имеет длину 500 м ?

730. Мотор мощностью $5,5 \text{ кВт}$ работает при напряжении 110 В . Какой силы ток берёт мотор для работы? Чему равно сопротивление медных подводящих проводов, если потеря напряжения у них составляет 8% от напряжения, потребляемого мотором? Какова длина этих проводов, если площадь сечения равна 35 мм^2 ?

731. Электрическая лампа потребляет мощность 59 Вт . Сопротивление подводящих ток медных проводов равно $4 \text{ }\Omega$. Определить: 1) силу тока в лампе, 2) сопротивление лампы и 3) разность потенциалов, при которой она горит. Напряжение на зажимах динамо 120 В .

732. Требуется передать ток мощностью в 10 кВт при напряжении в 500 В на расстояние $0,5 \text{ км}$ по медным проводам с площадью поперечного сечения в 30 мм^2 . Определить коэффициент полезного действия проводки.

Параллельное соединение.

733. Двенадцать проводников с сопротивлением каждый в $15 \text{ }\Omega$ соединены по 4 последовательно в 3 параллельные цепи. Определить общее сопротивление.

734. Четыре проводника с сопротивлением в $2, 4, 5$ и $8 \text{ }\Omega$ соединены параллельно. Определить силу тока в каждой ветви, если в первой из них сила тока равна 5 А . Определить силу тока в главной цепи.

735. Три проводника с сопротивлением в $2, 6$ и $3 \text{ }\Omega$ соединены параллельно. Определить силу тока в каждой ветви, если в главной цепи сила тока равна 10 А .

736. Какое сопротивление должен иметь шунт, чтобы амперметром с сопротивлением в $0,006 \text{ }\Omega$, измеряющим токи силой в 10 А , можно было бы измерить токи в линии силой до 160 А ?

737. Проводник имеет вид, показанный на рис. 55. Определить сопротивление этого сложного проводника и силу

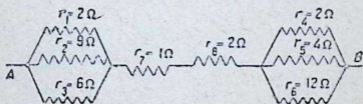


Рис. 55.

тока в каждом отдельном проводнике, если разность потенциалов на концах A и B проводника равна 26 В .

738. В одной группе 10 ламп с сопротивлением каждая по 200Ω , в другой группе 8 ламп с сопротивлением каждая по 240Ω . Сила тока в главном проводе 12 А. Определить силы токов в группах, если сопротивление проводников в каждой из них по $0,3 \Omega$.

739. Разность потенциалов в сети 120 В. Сопротивление каждой из двух лампочек накаливания 300Ω . Какая сила тока пойдёт через эти лампочки, если они соединены последовательно? Если они соединены параллельно?

740. В осветительную сеть при напряжении 110 В включено параллельно 25 одинаковых ламп. Сколько ампер потребует такая сеть? Каково сопротивление каждой лампочки и всей сети лампочек, если через каждую из них проходит ток в $0,4 \text{ А}$?

741. Динамомашина мощностью в 2 л. с. питает некоторое количество параллельно включённых ламп при напряжении в 120 В. Каждая лампа имеет сопротивление 400Ω . Какое количество ламп питает машина? Сопротивлением соединительных проводников пренебречь.

742. В осветительную сеть включено параллельно несколько ламп, требующих каждая $0,2 \text{ А}$. Какое напряжение должна иметь динамомашина, если известно, что сопротивление каждой лампы 550Ω , а потеря напряжения в проводке составляет 10 В?

743. Динамомашина с напряжением на зажимах 110 В и внутренним сопротивлением $0,2 \Omega$ служит для питания 100 соединённых параллельно ламп, каждая с сопротивлением 400Ω . Найти электродвижущую силу динамо.

744. Динамомашина имеет сопротивление $0,5 \Omega$, а внешняя цепь состоит из 60 ламп накаливания с сопротивлением по 240Ω каждая, соединённых параллельно. Определить коэффициент полезного действия такой установки.

745. 100 ламп накаливания, имеющих каждая сопротивление 400Ω , включены параллельно в сеть с напряжением 120 В. Определить: 1) силу тока, потребляемую всеми лампами, 2) потерю напряжения в соединительных проводах, если сопротивление их равно $0,4 \Omega$, 3) напряжение на зажимах и мощность динамо.

746. Электродвижущая сила источника тока 12 В, внутреннее сопротивление $0,2 \Omega$, сила тока $1,2 \text{ А}$. Во внешнюю цепь включён никелиновый проводник. Определить сопротивление, силу тока и напряжение во внешней цепи, если параллельно вышеуказанному никелиновому проводнику включить железный проводник с сопротивлением $1,4 \Omega$.

747. От динамомашины идут две параллельные цепи. В одной включены параллельно 20 ламп накаливания с сопротивлением каждая по 200 Ω и с напряжением в 220 V, а в другой 24 лампы, включённые по две последовательно, каждая из которых имеет сопротивление 240 Ω . Определить силу тока, потребляемого всеми лампами, и общее сопротивление сети.

748. По магистральному проводу подводится ток силой в 10 А к групповому распределительному щитку. От щитка сделаны ответвления в виде трёх параллельных групп. В одной группе 10 лампочек с сопротивлением каждая по 700 Ω , в другой 9 экономических лампочек с сопротивлением по 1080 Ω и в третьей 7 лампочек с сопротивлением по 280 Ω . Определить силу тока, потребляемого каждой группой, и напряжение в сети, если известно, что лампочки соединены в группах параллельно.

749. Для освещения здания нужно 25 газополных ламп по 100 свечей и 100 пустотных ламп по 25 свечей каждая. Лампы должны гореть под напряжением 110 V. Найти вольтаж источника, если известно, что он находится от здания на расстоянии 100 м. Проводка сделана из медного провода сечением в 17 мм².

750. 100 лампочек накаливания включены параллельно в сеть с напряжением 110 V, причём каждая лампочка расходует ток силой в 0,4 А.

Определить: 1) сопротивление одной лампочки, 2) сопротивление всех лампочек, 3) силу тока в сети, 4) сопротивление проводов при условии, чтобы потеря мощности в проводах составляла 8% от общей мощности лампочек, 5) сечение медных проводов при расстоянии лампочек от станции 100 м.

751. В мастерской установлено 7 моторов, включённых в сеть параллельно под напряжение 120 V. Каждый мотор потребляет мощность в 1,2 kW. Определить: 1) силу тока, потребляемую каждым мотором, 2) силу тока в сети, 3) напряжение на зажимах динамомашин, отстоящей от мастерской на расстоянии 125 м, если провода сделаны из медной проволоки сечением в 25 мм², 4) потерю мощности в проводах, выразив её в процентах от общей мощности моторов.

§ 31. Соединение элементов в батарее.

Пример. Имеется 6 элементов с электродвижущей силой по 2 V каждый и внутренним сопротивлением по 3 Ω . Внешняя цепь имеет сопротивление 5 Ω . Определить силу

тока, если элементы соединить в батарею: 1) последовательно, 2) параллельно.

1) Находим силу тока, если элементы соединены в батарею последовательно, по формуле:

$$I = \frac{En}{R + rn},$$

где $E = 2 \text{ V}$; $n = 6$ элем.; $R = 5 \text{ }\Omega$; $r = 3 \text{ }\Omega$. Имеем:

$$I = \frac{2 \cdot 6}{5 + 3 \cdot 6} = \frac{12}{23} \approx 0,52 \text{ A.}$$

2) Находим силу тока, если элементы будут соединены в батарею параллельно, по формуле:

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}.$$

Получаем:

$$I = \frac{2}{5 + \frac{3}{6}} = \frac{2}{5,5} \approx 0,36 \text{ A.}$$

752. К батарее, составленной из 4 последовательно соединённых элементов Бунзена, присоединён проводник, имеющий сопротивление $2,5 \text{ }\Omega$. Определить силу тока в цепи, если каждый элемент имеет электродвижущую силу $1,85 \text{ V}$ и внутреннее сопротивление $0,3 \text{ }\Omega$. Каково напряжение на концах проводника?

753. 3 элемента Лекланше, каждый с электродвижущей силой в $1,5 \text{ V}$ и внутренним сопротивлением $2 \text{ }\Omega$, соединены в батарею. Как выгоднее соединить их — последовательно или параллельно, чтобы получить наибольший ток во внешнем проводнике с сопротивлением в $3 \text{ }\Omega$?

754. Батарея состоит из 10 элементов Мейдингера, каждый с электродвижущей силой в $1,1 \text{ V}$ и внутренним сопротивлением по $10 \text{ }\Omega$. Сопротивление внешней цепи равно $100 \text{ }\Omega$. Определить силу тока и коэффициент полезного действия батареи, полагая, что элементы соединены: 1) последовательно и 2) параллельно.

755. 2 одинаковых элемента, соединённых последовательно на внешнее сопротивление в $1 \text{ }\Omega$, дали ток силой 2 A . Те же элементы, соединённые параллельно, дали ток силой $1,6 \text{ A}$. Найти электродвижущую силу и внутреннее сопротивление каждого элемента.

756. Определить, сколько потребуется элементов Мейдингера, соединённых последовательно, для обслуживания

телеграфной станции с двумя последовательными телеграфными аппаратами, зная, что сопротивление каждого телеграфного аппарата с гальваноскопом равно 637Ω . Сопротивление телеграфной линии 126Ω ; сила тока, необходимая для приведения в действие телеграфного аппарата, равна 10 mA . Электродвижущая сила одного элемента Мейдингера $1,1 \text{ V}$, а внутреннее сопротивление 10Ω .

757. Цепь состоит из двух элементов, соединённых последовательно, железного проводника длиной в 10 м и площадью поперечного сечения в 2 мм^2 , двух проводников, соединённых параллельно, из которых один имеет сопротивление 8Ω , а другой 2Ω . Определить полную силу тока, если внутреннее сопротивление каждого элемента $0,45 \Omega$, а электродвижущая сила $2,1 \text{ V}$. Определить напряжение во внешней цепи.

758. Батарея состоит из 12 элементов, соединённых по 6 элементов последовательно в 2 параллельно соединённые цепи. Электродвижущая сила каждого элемента $1,5 \text{ V}$, а внутреннее сопротивление $0,5 \Omega$, внешнее сопротивление цепи 5Ω . Определить коэффициент полезного действия батареи.

759. Батарея состоит из 40 элементов, соединённых по 10 элементов последовательно в 4 параллельно соединённые группы. Электродвижущая сила каждого элемента $1,5 \text{ V}$, внутреннее сопротивление $0,4 \Omega$. Внешнее сопротивление равно 4Ω . Определить силу тока, во внешней цепи, вольтаж батареи и коэффициент полезного действия её.

§ 32. Тепловые действия тока.

Пример 1. Электрическая печь, сделанная из никелиновой проволоки сечением $1,5 \text{ мм}^2$, длиной 51 м , присоединяется к сети с напряжением 110 V . Какое количество тепла даст такая печь в течение 1 часа?

Решение. Определяем сопротивление электрической печи, сделанной из никелиновой проволоки длиной 51 м , сечением $1,5 \text{ мм}^2$:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad R = 0,4 \cdot \frac{51}{1,5} = 13,6 \Omega;$$

Количество тепла, даваемое такой печью в течение 1 часа, равно:

$$Q = 0,24 \frac{U^2}{R} t; \quad Q = \frac{0,24 \cdot 110^2 \cdot 3600}{13,6} = 768707 \text{ кал.}$$

Пример 2. Из манганиновой проволоки сделан нагреватель с коэффициентом полезного действия 84%, который при напряжении 120 В нагревает 1200 г воды с 16° до 100° С в течение 8 мин. Определить силу тока, проходящего через нагреватель.

Решение. Количество тепла, необходимое для нагревания 1200 г воды с 16° до 100° С:

$$Q_1 = m(t_2 - t_1) = 1200 (100 - 16) = 100\ 800 \text{ кал.}$$

Полное количество тепла, выделенное электрическим током во втором проводнике:

$$Q = \frac{100\ 800}{0,84} = 120\ 000 \text{ кал.}$$

При этом по закону Джоуля-Ленца затраченная электрическая энергия W в нагревателе равна:

$$W = \frac{Q}{0,24} = \frac{120\ 000}{0,24} = 500\ 000 \text{ джоулей.}$$

Теперь определяем силу тока, проходящего через нагреватель при напряжении 120 В и совершающего работу 500 000 джоулей в течение 8 мин.:

$$W = I \cdot U \cdot t, \text{ откуда } I = \frac{W}{U \cdot t} = \frac{500\ 000}{8 \cdot 60 \cdot 120} \approx 8,7 \text{ А.}$$

Пример 3. Три проводника, сопротивления которых 3, 6 и 8 Ω , соединены параллельно. В первом проводнике выделяется 5 ккал тепла. Определить, какое количество тепла выделяется за это время в каждом из остальных.

Решение. Определяем количество тепла, выделяемое током во втором проводнике.

$$Q_1 : Q_2 = r_2 : r_1,$$

$$\text{откуда } Q_2 = \frac{Q_1 r_1}{r_2} = \frac{5 \cdot 3}{8} = 2,5 \text{ ккал.}$$

Определяем количество тепла, выделяемое током в третьем проводнике:

$$Q_1 : Q_3 = r_3 : r_1, \text{ откуда } Q_3 = \frac{Q_1 r_1}{r_3} = \frac{5 \cdot 3}{8} = 1,875 \text{ ккал.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Определение количества тепла.

760. Определить количество тепла, выделяемого в резисторе сопротивлением 5 Ω , при прохождении через него тока 20 А в течение 1 мин.

температура масла поднимается за время протекания по реостату на 50°C . Удельный вес масла 0,9, а удельная теплоёмкость 0,4. В реостате поглощается мощность 10 кВт.

778. Ежедневно горят 100 ламп накаливания по 6 часов при напряжении 110 В. Сила тока в каждой лампе 0,5 А. Определить ежедневный расход бензина в двигателе динамомашины, если коэффициент полезного действия электрической установки 85%, коэффициент полезного действия двигателя 30%. Лампы включены параллельно.

Определение силы тока, напряжения, сопротивления, времени, размеров проводников и удельного сопротивления.

779. Электрический ток, проходя по проводнику с сопротивлением $10\ \Omega$, погружённому в 432 г керосина, нагрел его в течение 50 сек. на 5° . Определить напряжение на концах проводника.

780. Электрический ток, проходя по проводнику с сопротивлением $5\ \Omega$, погружённому в 100 г спирта, нагрел его в течение 70 сек. на 6° . Определить силу тока.

781. В калориметре имеется 1605 г воды при температуре 28° . Определить сопротивление проводника, погружённого в воду, если известно, что при пропускании тока силой в 12 А в течение 10 мин. вода вскипела и 170 г её превратились в пар. Скрытую теплоту парообразования принять $540\ \text{кал/г}$.

782. Сколько времени потребуется для того, чтобы вскипятить 720 г воды, если в неё погрузить спираль, по которой течёт ток 4 А при напряжении 120 В? Первоначальная температура воды 20°C . Бесполезные потери составляют 20%.

783. Имеется электрический самовар ёмкостью в 2,5 л. Определить коэффициент полезного действия самовара, если стоимость нагревания в нём воды с 12° до 100°C составляет 7,3 коп. при оплате энергии 2,6 за 1 кВт·ч. Определить время, в течение которого нагревается вода. Напряжение при кипячении 120 В; сила тока 10 А.

784. Для отопления комнаты размерами $4\ \text{м} \times 5\ \text{м} \times 3\ \text{м}$ пользуются электрической печью. Определить стоимость пользования печью в течение 6 час., если за это время воздух в комнате нагревается на 10° . Комната теряет через холодные стены и окна 13 ккал в 1 мин. Стоимость энергии 2,6 коп. за 1 кВт·ч.

785. Определить силу тока и стоимость кипячения в электрическом кофейнике, в котором за 10 мин. нагревается 1 л воды с 12° до 100° С.

Напряжение при кипячении 110 V. Коэффициент полезного действия кофейника 80%. Стоимость энергии 2,6 коп. за 1 kWh.

786. Из никелиновой проволоки длиной 5 м, сечением $0,08 \text{ мм}^2$ сделан нагреватель с коэффициентом полезного действия 80%, который берёт ток 3 А. Какое добавочное сопротивление следует ввести в цепь тока, если напряжение сети 110 V? Во сколько времени 580 г воды при начальной температуре $13,6^{\circ}$ С нагреваются до 100° С?

787. Требуется сделать из никелиновой проволоки сечением $1,5 \text{ мм}^2$ электрическую печь для отопления комнаты, которая теряет через холодные стены и окна 712,8 ккал в 1 час. Какой длины проволоку нужно взять, чтобы в течение суток поддержать температуру комнаты без изменения? Напряжение сети 110 V.

788. Из никелиновой проволоки сечением $0,08 \text{ мм}^2$ требуется сделать нагреватель, который при силе тока 5 А в 12,5 мин. нагрел бы 1,5 л воды от 16° до 100° С. Потери тепла не должны превышать 20%. Стоимость энергии 2,6 коп. за 1 kWh. Какой длины проволоку нужно взять для этой цели? Сколько будет стоить кипячение в таком нагревателе?

789. Электрический чайник, коэффициент полезного действия которого 90%, включён в сеть с напряжением 110 V. Сопротивление чайника состоит из никелиновой проволоки длиной 5 м. 1) Какого сечения взята проволока, если стоимость кипячения воды в таком чайнике в течение 30 мин. равна 7 коп. при оплате энергии по 2,6 коп. за 1 kWh? 2) Какое количество воды при начальной температуре 10° можно вскипятить в чайнике за это время?

790. В двигателе динамомашины ежесекундный расход бензина 0,485 г. Определить напряжение тока у потребителя и число ламп, которое может питать динамомашинка, если сопротивление каждой лампы 240Ω , сила тока в цепи 50 А. Коэффициент полезного действия двигателя 30%.

791. Электрический кипятильник с коэффициентом полезного действия 85% за 20 мин. доводит до кипения 1 л воды с температурой 15° С. Квартира освещается 32-свечёвыми электрическими лампами, потребляющими 1 W на свечу. Сколько таких ламп нужно было бы погасить во

время действия кипятильника, чтобы расход энергии остался без изменения?

792. В магистраль, состоящую из медного провода сечением в 5 мм^2 , надо включить свинцовый предохранитель. Какого сечения он должен быть, чтобы при нагревании магистрали более чем на 10° он расплавился? Начальная температура свинца 27° .

§ 33. Магнетизм.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

793. Как можно определить, магнитно ли данное тело?

794. Если два намагниченных стальных полукольца соединить по линии разреза противоположными полюсами и поднести к магнитной стрелке, как будет вести себя стрелка при приближении точек разреза и почему?

795. Если разъединить кольцо по линии разреза на два полукольца и подносить отдельно каждое полукольцо к магнитной стрелке, как будет вести себя стрелка и почему?

796. Можно ли намагнитить шар или кольцо?

797. Если две намагниченные стальные спицы сложить противоположными полюсами и поднести к магнитной стрелке, каково будет действие их на стрелку? Как изменится действие их на магнитную стрелку, если спицы сложить одноимёнными полюсами?

798. Одинаково ли будет действие на магнитную стрелку, если сложить одноимёнными полюсами сначала 2, а потом 10 намагниченных стальных спиц?

799. Если к северному полюсу магнитной стрелки поднести с двух сторон на равных расстояниях одинаковые магниты, оба южными полюсами, как ориентируется стрелка?

800. Начертить расположение магнитных силовых линий: а) для прямого магнита, б) подковообразного магнита, в) двух прямых магнитов, положенных параллельно одноимёнными полюсами и разноимёнными.

801. Начертить поле подковообразного магнита, между полюсами которого находится стальное кольцо.

802. Начертить расположение силовых линий двух прямых магнитов, положенных параллельно разноимёнными полюсами, если концы их соединены брусками: а) из мягкого железа, б) из чугуна, в) из меди.

803. Если (вопрос 799) один из магнитов отодвинуть от стрелки или заменить его более слабым магнитом, что произойдёт со стрелкой?

804. Если (вопрос 799) один из магнитов накалил до красна, не меняя расположения магнитов относительно стрелки, или по одному из магнитов постучать, что произойдёт со стрелкой?

805. Если на магнитную стрелку надеть панцырь из стали с небольшим стекляннм окошком для наблюдений, как будет вести себя стрелка в разобранных случаях (вопросы 803 и 804) и почему?

806. Одинаково ли влияние постукивания при намагничивании и на намагниченное уже тело и почему?

807. Как размагнитить магнит и как сохранить магнитные свойства магнита постоянными?

808. Можно ли намагнитить стальной стержень, если вдоль него водить одним полюсом магнита то в одном направлении, то в противоположном?

809. Стрелка, находящаяся вблизи подковообразного магнита, отклонилась на некоторый угол. Что произойдёт со стрелкой, если на этот магнит положить второй так, чтобы полюсы его были противоположны полюсам нижнего?

810. Что произойдёт с магнитной стрелкой (вопрос 809), если между нею и магнитом вдвинуть толстый лист железа (магнитный экран), меди или толстое стекло?

811. Определить силу взаимодействия двух сил магнитных масс по 50 единиц *CGSM* каждая, находящихся на расстоянии 10 см друг от друга.

812. Определить расстояние между двумя магнитными массами по 20 единиц *CGSM* каждая, если они притягиваются друг к другу с силой в 2 дина.

813. Определить величину магнитной массы, если две равные массы на расстоянии 10 см отталкиваются с силой, равной 9 динам.

814. Одна магнитная масса равна 10 единицам *CGSM*, другая — 40 единицам *CGSM*. На каком расстоянии друг от друга находятся эти массы, если сила взаимодействия между ними равна 4 динам?

815. Две магнитные массы на расстоянии 20 см действуют друг на друга с силой в 2 дина. Одна магнитная масса больше другой в два раза. Определить величины обеих масс.

816. Имеются два прямых магнита, оси которых расположены на одной прямой, обращённые друг к другу

однородными полюсами. Расстояние между полюсами 12 см. Магнитные массы (в полюсах) одного магнита по 50 единиц CGSM, второго по 100 единиц CGSM каждая. Где нужно поместить магнитную массу в 8 единиц CGSM, чтобы она была в равновесии под действием двух сил? Действием вторых концов магнитов пренебречь.

817. Прямой магнит длиной 20 см имеет магнитные массы (в полюсах) по 100 единиц CGSM каждая. На продолжении оси этого магнита на расстоянии 10 см от южного полюса расположена масса в 3 единицы CGSM южного магнетизма. Определить величину и направление силы, действующей на эту массу.

818. Прямой магнит длиной 20 см имеет магнитные массы (в полюсах) по 100 единиц CGSM каждая. На расстоянии 10 см по перпендикулярному направлению к оси магнита в середине находится масса в 6 единиц CGSM южного магнетизма. Как велика и куда направлена сила, действующая на эту массу?

819. Около магнита предыдущей задачи находится магнитная масса в 6 единиц CGSM южного магнетизма,

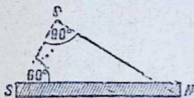


Рис. 56.

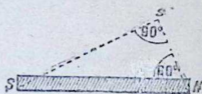


Рис. 57.

расположенная так, что угол $SsN = 90^\circ$, а угол $sSN = 60^\circ$ (рис. 56). Найти величину и направление силы, действующей на эту массу.

Изменится ли сила, действующая на магнитную массу в 6 единиц CGSM южного магнетизма, если эта масса будет расположена так, как указано на рис. 57?

820. Прямой магнит длиной 25 см имеет магнитные массы (в полюсах) по 80 единиц CGSM каждая. Какую массу северного магнетизма можно поместить на расстоянии 2 см (на продолжении оси магнита) от северного полюса, чтобы отталкивающая сила, действующая на массу, равнялась 25 динам?

821. Прямой магнит длиной 20 см притягивает к себе массу южного магнетизма в 5 единиц CGSM, расположенную по оси магнита на расстоянии 10 см от северного

полюса, с силой в 2 дины. Определить величину магнитных масс магнита (в полюсах).

822. Магнит длиной 10 см, укрепленный в вертикальном положении, имеет магнитные массы (в полюсах) по 100 единиц CGSM каждая. На той же вертикали расположен другой брусок длиной 1,5 см с магнитными массами (в полюсах) по 40 единиц CGSM каждая. Силой притяжения верхнего магнита маленький магнит удерживается в воздухе на расстоянии 1 см от первого. Определить вес нижнего магнита.

823. Определить величину силы, действующей на магнитный полюс стрелки с магнитной массой 10 единиц CGSM, если магнитное поле однородно и напряженность равна 20 000 эрстедам.

824. В однородное магнитное поле помещена магнитная стрелка. Определить напряженность поля, если на магнитный полюс стрелки с магнитной массой в 5 единиц CGSM действует сила 51 Г.

825. Определить напряженность магнитного поля прямого магнита длиной 16 см, с магнитными массами (в полюсах) по 50 единиц CGSM каждая, в точке, находящейся на расстоянии 6 см по перпендикулярному направлению к оси магнита, в середине.

826. Определить плотность магнитного потока в железе при напряженности поля в 20 эрстедов, если магнитная проницаемость железа 2000.

827. В однородное магнитное поле, индукция которого равна 250 единицам, внесена магнитная стрелка. Определить силу, действующую на магнитный полюс с магнитной массой в 5 единиц CGSM.

828. При какой напряженности магнитного поля индукция поля будет 16 000 единиц, если магнитная проницаемость среды 800?

§ 34. Электромагнетизм.

829. В сосуде с маслом имеются поплавки с магнитными стрелками. Как расположатся стрелки, если сосуд поместить внутри кольцевого тока, направление которого: а) по часовой стрелке, б) против часовой стрелки?

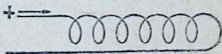


Рис. 58.

830. Как изменится расположение стрелок, если проводник с током пропустить через дно сосуда при направлении тока: а) сверху вниз, б) снизу вверх?

831. Как расположатся стрелки, если сосуд вдвинуть внутрь соленоида, по которому течёт ток (рис. 58) указанного направления?

832. Начертить поле прямого тока, кольцевого и соленоида.

833. Проволочное кольцо, по которому течёт ток против часовой стрелки, закреплено в горизонтальном положении. Как расположится магнитная стрелка, помещённая в центре кольца?

834. Определить направление тока и полюсы у источника тока, если магнитная стрелка, поднесённая к проводу (рис. 59), отклоняется в указанном направлении.

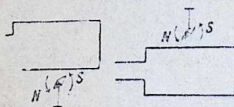


Рис. 59.

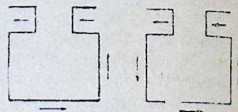


Рис. 60.

835. Какое взаимное расположение примут два контура (рис. 60), обтекаемые током в указанных направлениях, если контуры поставлены параллельно?

836. Как изменится положение, если изменить направление тока: а) в правом контуре, б) в левом, в) в обоих?

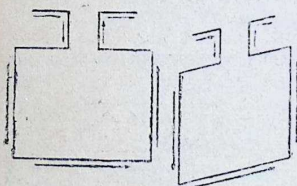


Рис. 61.

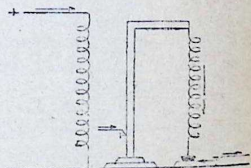


Рис. 62.

837. Какое взаимное положение примут два контура, расположенные, как указано на рис. 61, при указанных направлениях токов?

838. Что произойдёт со спиралью (рис. 62), когда по ней потечёт постоянный ток? Объясните действие спирали, у которой нижний конец опущен в чашечку со ртутью.

839. Каким образом нужно поднести магнит к первому контуру (вопрос 835), чтобы вызвать то же самое действие?

840. Какое положение (рис. 63) относительно магнита займёт при пуске тока контур? Как изменится положение, если переменить направление тока?

841. Если около северного полюса магнитной стрелки расположить на равных расстояниях два одинаковых соленоида, так чтобы стороны, обращенные к стрелке, обтекались током равной силы по часовой стрелке, как ориентируется стрелка?

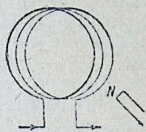


Рис. 63.

842. Если в один из соленоидов ввести: а) стальной стержень, б) медный, в) изменить в нём направление тока, г) поставить магнитный экран между ним и стрелкой, как изменится положение стрелки и почему?

843. Если один соленоид (вопрос 841) взять с числом оборотов проволоки большим в два раза, а в другом увеличить вдвое силу тока, как ориентируется стрелка?

844. Через соленоид, внутри которого находится стальной стержень (рис. 64), пропускают постоянный ток указанного направления. Определить полюсы у полученного магнита.

845. Как изменить положение полюсов у полученного магнита?

846. Определить направление тока и полюсы у источника тока (рис. 65), если при пропускании постоянного

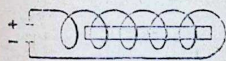


Рис. 64.

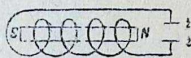


Рис. 65.

тока через соленоид сердечник из стали намагничивается указанным образом.

847. Определить направление тока и полюсы у его источника (рис. 66), если положение полюсов у подковообразных магнитов при пропускании тока таково, как указано на рисунке. Обмотки левых колен электромагнитов сделаны по часовой стрелке.

848. Над соленоидом (рис. 67) подвешен вертикально на пружине магнит северным полюсом вниз. Что произой-

дѣт с магнитом, когда по соленоиду будет идти сильный постоянный ток указанного направления? Что произойдет при изменении направления тока в соленоиде?

849. Если над соленоидом (вопрос 848) повесить на пружине стержень из мягкого железа, чугуна, меди, что произойдет с каждым из стержней при пропускании сильного постоянного тока через соленоид?

850. В какую сторону отклонится стрелка гальванометра, изображенного на рис. 68? Можно ли пользоваться таким гальванометром для определения силы тока (как амперметром)?

851. Определить напряженность магнитного поля на расстоянии 10 см от прямолинейного трамвайного провода, если сила тока в проводе равна 100 А.

852. На каком расстоянии от прямолинейного трамвайного провода напряженность магнитного поля, создаваемого то-

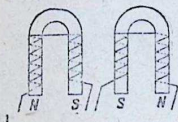


Рис. 66.



Рис. 67.

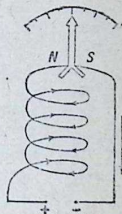


Рис. 68.

ком, будет равна напряженности магнитного поля Земли, если сила тока в проводе 100 А?

Напряженность магнитного поля Земли (горизонтальная составляющая) равна 0,2 эрстеда.

853. Определить напряженность магнитного поля в центре витка проволоки, по которому течет ток силой 10 А, если диаметр витка равен 20 см.

854. Какой силы ток следует включить в цепь, составленную из 5 близко расположенных витков с радиусом 20 см, чтобы напряженность поля в центре была 1 эрстед?

855. Определить силу, действующую на магнитный полюс стрелки с магнитной массой в 5 единиц CGSM, помещенной в центре витка с радиусом 10 см, если сила тока в витке 10 А.

856. Определить напряженность магнитного поля внутри индукционной катушки при силе тока 5 А, если длина

катушки 20 см и на этой длине расположено 2000 витков проволоки.

857. Какое количество витков следует расположить на 1 см длины индукционной катушки, чтобы при силе тока 10 А напряжённость поля в средней части катушки составляла 40 ампервитков на сантиметр? Выразить напряжённость поля такой катушки в эрстедах.

858. При какой силе тока напряжённость магнитного поля в средней части соленоида, имеющего 200 витков проволоки на длине 20 см, будет равна 20 ампер-виткам на сантиметр?

859. Напряжённость магнитного поля внутри соленоида 20 эрстедов, сечение соленоида в 10 см^2 заполнено железным сердечником, дающим магнитный поток 20 000 единиц CGSM (максвеллов). Определить величину индукции поля и проницаемость железа (сердечника).

860. Определить магнитный поток в железном сердечнике, заполняющем внутреннюю полость соленоида сечением 20 см^2 , если магнитная проницаемость железа сердечника 2000 при напряжённости магнитного поля 5 эрстедов.

§ 35. Электромагнитная индукция.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

861. Определить направление индуцированного тока в проводнике при движении его в магнитном поле пер-

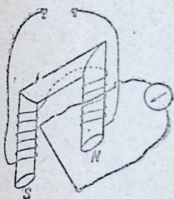


Рис. 69.

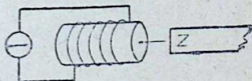


Рис. 70.

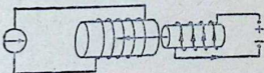


Рис. 71.

пендикулярно к линиям сил: а) когда проводник перемещается сверху вниз, б) снизу вверх (рис. 69).

862. Определить направление индуцированного тока в витках катушки при движении магнита: а) северным полюсом, б) южным (рис. 70).

863. Будет ли индуцироваться ток в катушке, если обмотку катушки сделать бифилярной (сделанной из проволоки, сложенной пополам по всей длине и в таком виде намотанной на катушку)?

864. Определить направление индуцируемого тока в катушке при введении внутрь неё второй катушки, направление тока в которой указано на рис. 71.

865. Какого направления ток будет индуцироваться во вторичной катушке (рис. 72), если в первичной: а) замыкать ток, б) размыкать, в) усиливать, г) ослаблять?

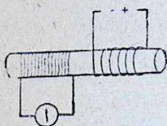


Рис. 72.

866. Определить величину электродвижущей силы (э. д. с.) индукции, возникающей на концах прямолинейного провода при перемещении его в магнитном поле перпендикулярно к линиям сил, если за 0,01 сек. проводник пересекает 1000 силовых линий.

867. Какое число магнитных силовых линий должен пересекать прямолинейный провод при перемещении в магнитном поле перпендикулярно к направлению магнитных силовых линий в 1 сек., чтобы в нём возникала э. д. с., равная 0,01 V?

868. С какой скоростью должен перемещаться проводник длиной 1 м в магнитном поле, индукция которого 2000 единиц CGSM (гауссов), перпендикулярно к направлению силовых линий, чтобы на концах его возникла э. д. с., равная 0,01 V?

869. Определить величину э. д. с., индуцируемой на концах проводника предыдущей задачи, если он будет перемещаться со скоростью 5 см/сек в магнитном поле Земли. Напряжённость магнитного поля Земли 0,2 эрстеда.

870. Виток проволоки сечением 5 см² находится между полюсами электромагнита, где напряжённость магнитного поля 400 эрстедов. Определить величину электродвижущей силы, которая индуцируется в витке, если удаление его из поля занимает 0,005 сек. Плоскость витка перпендикулярна к магнитным силовым линиям поля.

871. Определить э. д. с., которая индуцируется в контуре, состоящем из 10 одинаковых витков сечением 5 см², если их внести в магнитное поле с напряжённостью 1000 эрстедов, в течение 0,005 сек. (плоскость витка перпендикулярна к линиям сил).

872. Контур, содержащий 100 близко расположенных

друг к другу витков, помещён перпендикулярно к линиям сил магнитного поля напряжённостью 10 000 эрстедов. Определить, как быстро его нужно удалять из магнитного поля, чтобы в нём индуктировалась э. д. с., равная 5 V. Диаметр витка 5 см.

873. Определить коэффициент трансформации у звонкового трансформатора, если первичная его обмотка присоединяется к городской линии переменного тока с напряжением в 120 V, а вторичная должна иметь напряжение 3 V.

874. Определить коэффициент самоиндукции катушки, имеющей 500 витков на длине 50 см, если диаметр витка 7,6 см.

875. Определить коэффициент самоиндукции катушки предыдущей задачи, если внутрь катушки ввести железный сердечник. Коэффициент магнитной проницаемости принять равным 200.

876. Катушка волномера должна иметь коэффициент самоиндукции 0,00068 генри. Определить необходимое число витков на 1 см длины катушки, если длина катушки 3,5 см, диаметр 10 см. Определить полное число витков.

877. Имеется индукционная катушка, первичная обмотка которой намотана на железный остов, длина которого равна 68 см и диаметр 6,8 см, с числом витков на всей длине равным 170. Определить коэффициент самоиндукции, если коэффициент магнитной проницаемости принять равным 400.

878. Катушка должна иметь коэффициент самоиндукции 0,00013 генри при длине 2,5 см и диаметре 5 см. Определить число витков, необходимое для получения требуемого коэффициента.

§ 36. Динамомашинны.

Пример 1. Определить силу тока в якоре шунтовой динамомашинны, если сопротивление обмотки индуктора машинны равно 30 Ω , а напряжение у зажимов машинны равно 120 V, причём сила тока во внешней цепи равна 110 A.

Решение. Так как индукторная обмотка включена между зажимами, то имеем $120 = 30 \cdot i_u$, где i_u представляет собой силу тока в индукторе. Сила тока в якоре будет равна сумме сил токов в индукторе и внешней цепи:

$$i_a = i_u + 110 = \frac{120}{30} + 110 = 4 + 110 = 114 \text{ A.}$$

Пример 2. Определить мощность, которую необходимо затратить на вращение динамомашины, доставляющей ток силой 40 А при напряжении 120 В, зная, что промышленная отдача её равна 0,8.

Решение. Определяем полезную мощность динамомашины, которая равна $40 \cdot 120$ Вт. Деля её на мощность двигателя в ваттах $736 \cdot x$, где x — мощность двигателя в лошадиных силах, мы получим промышленную отдачу:

$$\frac{40 \cdot 120}{736 x} = 0,8, \quad \text{откуда } x = \frac{40 \cdot 120}{736 \cdot 0,8} = 8,1 \text{ HP.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

879. Якорь шунтовой динамомашины развивает электродвижущую силу в 120 В. Определить напряжение между зажимами этой машины и сопротивление обмотки индуктора, если сила тока во внешней цепи равна 30 А, в обмотке индуктора 1,5 А, а сопротивление якоря равно 0,2 Ω.

880. Динамомашинка с последовательным возбуждением при электродвижущей силе в 200 В даёт ток силой 10 А. Сопротивление якоря равно 5 Ω, а сопротивление обмотки электромагнитов равно 6 Ω. Определить разности потенциалов на щётках и на клеммах.

881. Определить электродвижущую силу шунтовой динамомашинки, а также силы токов в якоре, в шунте и во внешней цепи, если сопротивление обмотки якоря равно 0,08 Ω, сопротивление обмотки электромагнитов равно 48 Ω, сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ω, а разность потенциалов на клеммах 110 В.

882. Определить напряжение между зажимами шунтовой машинки и сопротивление обмотки индуктора, если известно, что якорь развивает электродвижущую силу в 120 В, сила тока во внешней цепи равна 40 А, а в обмотке индуктора 1,5 А, причём сопротивление якоря равно 0,2 Ω.

883. Определить электрическую отдачу шунтовой динамомашинки, у которой напряжение между зажимами равно 110 В, сила тока в якоре равна 45 А, во внешней цепи 42 А, полагая, что сопротивление якоря 0,15 Ω.

884. Динамомашинка доставляет во внешнюю цепь ток силой 25 А при напряжении в 80 В. Определить мощность, которую необходимо затратить, чтобы привести в движение динамомашинку, полагая, что её промышленная отдача равна 82%.

885. Определить полную электродвижущую силу и электрическую отдачу динамомашины с последовательным возбуждением, обслуживающей несколько дуговых фонарей, включённых последовательно и потребляющих ток силой в 10 А, если известно, что на зажимах поддерживается напряжение 420 V. Сопротивление обмотки индуктора и якоря равно 6 Ω .

886. Динамомашинка с последовательным возбуждением питает внешнюю цепь током силой в 40 А. Определить полную и полезную мощности динамомашинки, зная, что напряжение на её зажимах равно 250 V, а потеря мощности в обмотках составляет 8% полной мощности.

887. Определить электродвижущую силу, развиваемую якорем, и силу тока во внешней цепи шунтовой динамомашинки, если сопротивление якоря равно 0,2 Ω , напряжение на зажимах 110 V, сопротивление шунта равно 55 Ω , а сила тока в якоре 30 А.

888. Динамомашинка приводится во вращение двигателем 23 НР. Определить полезную мощность динамомашинки, если её промышленный коэффициент полезного действия равен 78%.

889. Определить электродвижущую силу в якоре динамомашинки «Компаунд», если известно, что она даёт ток во внешнюю цепь силой 55 А при напряжении между зажимами в 80 V, причём сопротивление якоря равно 0,018 Ω , тонкая обмотка обладает сопротивлением в 40 Ω , а толстая 0,04 Ω .

890. Определить силу тока, которую даёт во внешнюю цепь динамомашинка, имеющая промышленную отдачу 88%, а напряжение у зажимов 120 V. Мощность двигателя, приводящего в движение динамомашинку, равна 30 НР.

891. Определить, чему равна потеря напряжения в якоре шунтовой динамомашинки, а также чему равно напряжение у зажимов машинки, если полная электродвижущая сила якоря равна 120 V, сопротивление якоря равно 0,06 Ω , а сила тока в нём 50 А.

892. Шунтовая динамомашинка, якорь которой имеет сопротивление 0,05 Ω , а обмотки электромагнитов 30 Ω даёт при напряжении в 80 V ток силой в 25 А. Определить электродвижущую силу якоря, силу тока в обмотках электромагнитов и в якоре.

893. Сколько перемен тока в одну секунду даёт восьмиполюсная динамомашинка переменного тока при 600 об/мин.?

894. Сколько оборотов необходимо дать машине переменного тока с восемью полюсами, чтобы число периодов получаемого от неё тока равнялось 50?

895. Определить длительность одного периода и число полюсов альтернатора, который делает 250 об/мин. и даёт ток, частота которого равна 50.

896. Определить, сколько периодов в секунду имеет ток альтернатора с 24 полюсами, если он работает при 250 об/мин.

897. Сколько полюсов должен иметь альтернатор, развивающий переменный ток в 50 периодов, если число оборотов в минуту равно 1500?

§ 37. Электродвигатели.

Пример 1. Определить силу тока, который питает мотор «Серниес», если напряжение на зажимах равно 120 V, обратная электродвижущая сила якоря равна 100 V, а сопротивление обмотки якоря и индуктора равно 0,8 Ω.

Решение. Зная, что сила тока, получаемая в моторе, равна разности между напряжением на зажимах мотора и обратной электродвижущей силой, делённой на сопротивление обмотки якоря и индуктора, имеем:

$$i = \frac{120 - 100}{0,8} = 25 \text{ A.}$$

Пример 2. Определить силу тока, потребляемую электродвигателем мощностью в 6 л. с., включённым в линию с напряжением в 110 V. Промышленная отдача электродвигателя равна 0,8.

Решение. Зная, что промышленная отдача равна полезной механической мощности, делённой на мощность расходуемую, имеем:

$$0,8 = \frac{736 \cdot 6}{110 \cdot i},$$

где i — сила тока, потребляемого мотором, откуда

$$i = \frac{736 \cdot 6}{100 \cdot 0,8} \approx 50 \text{ A.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

898. Определить обратную электродвижущую силу якоря мотора «Серниес», у которого сопротивление индуктора и обмотки якоря равно 0,7 Ω, напряжение на зажимах 200 V, а сила тока, питающего мотор, равна 32 A.

899. Определить электрическую отдачу мотора «Серис», у которого напряжение на зажимах равно 120 V, противоэлектродвижущая сила равна 100 V.

900. Определить промышленную отдачу шунтового мотора в 3 л. с., включённого в линию с напряжением 100 V, зная, что он потребляет ток силой в 25 А.

901. Мотор с последовательным возбуждением работает под напряжением 500 V. Определить его сопротивление, если его электрическая отдача равна 0,8, а сила рабочего тока составляет 24 А.

902. Определить мощность шунтового мотора, который берёт 80 А, будучи присоединён к сети с напряжением в 200 V, зная, что промышленная отдача мотора равна 0,8.

903. Определить обратную электродвижущую силу якоря мотора «Сернес» с сопротивлением в 0,85 Ω , если мотор потребляет ток в 8 А, а сопротивление индуктора 0,8 Ω . Мотор питается от динамомашины с напряжением в 300 V, которая находится от него на расстоянии 60 м. Сечение медных проводов равно 4 мм².

904. Определить силу тока, питающего мотор последовательного возбуждения с промышленной отдачей 80%, если известно, что полезная мощность его равна 10 л. с., а рабочее напряжение 200 V.

§ 38. Электростатика.

Пример 1. Две полоски бумаги, каждая весом 0,01 Г, подвешены на шёлковых нитях длиной по 50 см (рис. 73). После того как полоски были одинаково наэлектризованы, они отошли друг от друга на расстояние 7 см. Найти заряд каждой полоски.

Определяем угол отклонения нити от положения равновесия. Из $\triangle OAD$ находим:

$$\sin a = \frac{AD}{OA} = \frac{3,5}{50} = 0,07;$$

из тригонометрических таблиц находим:

$$a \approx 4^\circ.$$

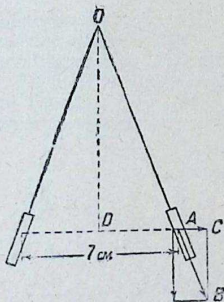


Рис. 73.

Силу взаимодействия зарядов выразим по закону Кулона:

$$f = \frac{e_1 e_2}{R^2} = \frac{e^2}{r^2}; \quad e_1 = e_2 = e$$

вследствие одинаковой электризации обеих полосок.

На полоску бумаги действуют 2 силы: вес её $p = 0,01 \text{ Г}$ и сила электрического отталкивания f . Равновесие возможно в том случае, когда их равнодействующая имеет направление нити. Из ΔABC находим:

$$AC = CB \cdot \text{tg } 4^\circ,$$

где $AC = f = \frac{e^2}{r^2}$; $CB = p = 0,01 \text{ Г} \approx 10 \text{ динам}$; $\text{tg } 4^\circ \approx 0,07$ ($\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha$ вследствие малости угла), отсюда

$$\frac{e^2}{r^2} = 10 \cdot 0,07; \quad e^2 = 49 \cdot 10 \cdot 0,07;$$

$e \approx 5,9$ электростатических единиц.

Пример 2. Шарик A с зарядом $+40$ электростатических единиц притягивает к себе с силой 10 дин другой шарик B , находящийся от него на расстоянии 6 см (рис. 74).

Этому притяжению противодействуют, поднося к шарiku B с противоположной стороны наэлектризованную

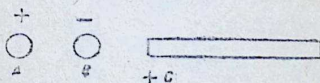


Рис. 74.

палочку C , заряд которой $+160$ электростатических единиц.

На каком расстоянии от шарика B нужно держать палочку, чтобы он остался в равновесии?

Решение. Находим заряд шарика B , применяя закон Кулона (взаимодействие в воздухе):

$$f = \frac{e_1 e_2}{R^2}; \quad 10 = \frac{40 e_2}{6^2} = \frac{40 e_2}{36};$$

$e_2 = \frac{360}{40} = 9$ электростатическим единицам (CGSE).

Для равновесия необходимо, чтобы палочка притягивала шарик B с той же силой, с какой его притягивает шарик A .

На основании закона Кулона находим расстояние между шариком B и палочкой:

$$10 = \frac{9 \cdot 160}{R^2}; R^2 = 9 \cdot 16; R = 12 \text{ см.}$$

Пример 3. Сравнить работу подъема груза в 1 кг на высоту 1 м с работой передвижения в электрическом поле заряда в 1 кулон между двумя точками, для которых «подъем» потенциала составляет 1 В .

Решение. В первом случае работа равна 1 кгм .

Во втором (по системе CGS):

$1 \text{ кулон} = 3 \cdot 10^9$ электростатических единиц.

$1 \text{ вольт} = \frac{1}{300}$ CGS электростатических единиц потенциала.

Работа $A = eU = 3 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{300} = 10^7$ эргам $= 1$ джоулю.

Пример 4. На лист слюды толщиной $0,1 \text{ мм}$ наклеены с обеих сторон кружки станиоля диаметром 8 см . Кружки электризуются от машины, дающей разность потенциалов 18000 В . Какое количество электричества находится на каждом из кружков?

1) Находим ёмкость конденсатора по формуле:

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d} \epsilon = 6 \text{ (для слюды),}$$

$$S = \pi R^2 = \pi 4^2 = 16\pi$$

$$d = 0,1 \text{ мм} = 0,01 \text{ см}$$

$$C = \frac{6 \cdot 16\pi}{4\pi \cdot 0,01} = \frac{24}{0,01} = 2400 \text{ см,}$$

$$2400 \text{ см} = \frac{2400}{9 \cdot 10^9} \text{ фарадам} = \frac{24}{9 \cdot 10^6} \text{ F.}$$

2) Определяем заряд каждой обкладки по формуле:

$$e = CU;$$

$$e = \frac{24}{9 \cdot 10^6} \cdot 18000 = \frac{24 \cdot 18}{9 \cdot 10^6} \text{ кулонов} = \frac{24 \cdot 18 \cdot 3 \cdot 10^9}{9 \cdot 10^6} \text{ электростатических единиц} = 144000 \text{ CGSE.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Закон Кулона.

905. С какой силой будут взаимодействовать два заряда по 1 кулону каждый, помещённые на расстоянии 1 м друг от друга?

906. Два одинаковых заряда находятся на расстоянии 10 см друг от друга и отталкиваются с силой в 100 дин. Какое количество электричества содержится в каждом заряде?

907. Два заряда на расстоянии 20 см взаимодействуют с силой в 2 дин. Один заряд в 2 раза больше другого. Определить величину обоих зарядов.

908. Два заряда, один в 10, а другой в 20 электростатических единиц, находятся на расстоянии 12 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд в 1 электростатическую единицу, чтобы он находился в равновесии под влиянием электрических сил? Разобрать случай одноимённых и разноимённых зарядов.

909. Два заряда: +10 электростатических единиц и +40 электростатических единиц находятся в воздухе на расстоянии 5 см друг от друга. На каком расстоянии их нужно поместить в керосине, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

910. Как и во сколько раз изменится сила взаимодействия между двумя наэлектризованными телами, если расстояние увеличится в 4 раза, а диэлектрическая постоянная новой среды будет вдвое меньше прежней?

911. Два заряда, находясь в воздухе на расстоянии 5 см, действуют друг на друга с силой в 12 дин, а в керосине на расстоянии 10 см, с силой в 1,5 дин. Определить диэлектрическую постоянную керосина.

Электростатическое поле.

912. Электрическое поле образовано двумя разноимёнными зарядами, равными по величине. Доказать, что во всех точках поля, одинаково удалённых от того и другого заряда, электрическая сила параллельна линии, соединяющей два данных заряда.

913. На окружности в одинаковом расстоянии друг от друга расположены три равных заряда + e . Какова окончателная сила, с которой они будут действовать на четвёртый заряд +1, помещённый в центре той же окружности?

914. По окружности радиуса 4 см на одинаковом расстоянии друг от друга расположены три заряда: первый $+20$ электростатических единиц и второй $+20$ электростатических единиц, третий -20 электростатических единиц. С какой окончательной силой будут они действовать на четвёртый заряд $+1$, помещённый в центре этой окружности?

915. В точках A и B (рис. 75), расстояние между которыми 10 см, находятся два заряда по $+100$ электростатических единиц. Третий заряд $+1$ расположен в точке C на расстоянии 5 см по перпендикуляру, восставленному к середине отрезка AB . Найти величину общей силы, с которой два первых заряда действуют на третий.

916. Земной шар, будучи заряжен электричеством, образует вокруг себя электростатическое поле, напряжённость которого в среднем составляет 1 В на 1 см, причём, как показывает опыт, потенциал вблизи поверхности Земли возрастает с высотой. Найти знак и величину заряда Земли. Радиус Земли равен приблизительно 6400 км.

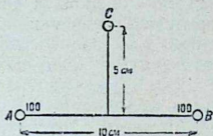


Рис. 75.

917. Шарик весом 10 Г имеет заряд $+30$ электростатических единиц. Как изменится вследствие электризации его ускорение при падении на Землю? Ускорение тяжести 980 см/сек². Напряжённость земного электростатического поля 1 В на 1 см.

918. Пылинка весом 0,000001 Г имеет заряд 0,003 электростатической единицы. Какая из двух сил — тяжесть или электростатическое притяжение Земли — играет здесь большую роль? Вычислить каждую из этих сил. Найти ускорение пылинки, вызываемое полем, напряжённость которого 1 В/см.

Потенциал.

919. Какова работа, произведённая при передвижении в электростатическом поле заряда, равного 30 электростатическим единицам, между двумя точками с разностью потенциалов 900 В?

920. При перемещении заряда в 110 электростатических единиц произведена работа в 1 эрг. Какова разность потенциалов крайних точек пути в вольтах?

921. В сильном электрическом поле с напряжённостью в $10\,000\text{ В/см}$ перемещаются заряды с общей величиной в $0,01$ кулона. На какое расстояние переместились заряды, если произведённая работа равна 1 джоулю?

922. Если проводник находится в электростатическом поле, то, как известно, все точки его имеют один и тот же потенциал. Какой угол должны при этом образовать силовые линии с поверхностью проводника?

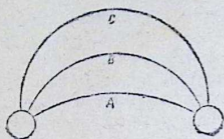


Рис. 76.

923. Электростатическое поле образовано между двумя проводниками, из которых один наэлектризован положительно, а другой отрицательно (рис. 76). По которой из силовых линий: А, В или С, должен двигаться заряд

$+1$ от первого проводника ко второму, чтобы работа при этом оказалась наибольшей?

Ёмкость конденсатора.

924. Можно доказать, что ёмкость шарообразного проводника равна его радиусу, выраженному в сантиметрах. Найти ёмкость земного шара в фарадах и микрофарадах. Радиус земного шара равен 6370 км.

925. Желают изготовить конденсатор, ёмкость которого равна ёмкости земного шара (см. предыдущую задачу). Какова должна быть площадь каждой из его обкладок, если изолятором служит парафинированная бумага, толщина которой $0,02$ мм?

926. Требуется построить конденсатор ёмкостью в 2 микрофарады, причём имеется в распоряжении парафинированная бумага толщиной $0,02$ мм. Какова общая площадь станиоля, пошедшего на его изготовление, если конденсатор состоит из двух цельных пластин?

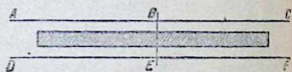


Рис. 77.

927. Дан плоский конденсатор $ACDF$ (рис. 77). Изменится ли его ёмкость, если его разрезать пополам по линии BE и приложить так, чтобы линия BC совпала с DE ? Не окажется ли часть станиоля излишней? При этом наружные части обкладки соединяются между собою, образуя одну общую обкладку.

923. При разборе конденсатора оказалось, что он состоит из 10 листов парафинированной бумаги толщиной 0,02 мм и 11 листов станиоля площадью 31,4 см² каждый. Найти ёмкость такого конденсатора.

929. Служащий для настройки в радиоприёмнике воздушный конденсатор переменной ёмкости состоит из 15 подвижных полудисков и 16 неподвижных. Диаметр дисков 8 см, а расстояние между ними 1 мм. Рассчитать: 1) ёмкость конденсатора при введении подвижных дисков полностью и 2) ёмкость конденсатора при повороте на 60° из первого положения.

930. Каждый километр телеграфной проволоки имеет заметную ёмкость (около 0,012 микрофарады). Нельзя ли рассматривать эту проволоку как конденсатор? Что здесь служит обкладками и что диэлектриком?

931. Ёмкость одного километра бронированного кабеля с внешним диаметром 8 мм и диаметром жилы 4 мм, изолированного гуттаперчей (диэлектрическая постоянная 2,5), равняется 0,2 микрофарады. Произвести расчёт ёмкости в данном случае, пользуясь обычной формулой конденсатора. Отличается ли результат вычисления от приведённой величины (0,2 микрофарады)? Почему?

932. Какой ёмкостью должен обладать конденсатор, чтобы, присоединив его к сети с напряжением в 110 В, получить на его обкладках по 1 кулону заряда?

933. Какова должна быть площадь пластин у конденсатора (см. предыдущую задачу), если расстояние между пластинами взять равным 1 см, причём изолирующей средой служит воздух?

934. Большая лейденская банка с площадью каждой обкладки 28,26 дм² разряжается при помощи двух шариков, причём искра получается при напряжении 20 000 В. Какое количество электричества в кулонах находится перед моментом разряда на каждой обкладке? Толщина стекла 5 мм, его диэлектрическая постоянная равна 6. Ёмкость шарика в расчёт не принимается.

935. Заряженный конденсатор обладает запасом электрической энергии, которая при разряде (соединение проводником его пластин) переходит в энергию тока. Какова средняя разность потенциалов, при которой происходит разряд, если первоначально конденсатор был заряжен до V вольт? Сколько энергии было заключено в нём, если заряд каждой обкладки равен e кулонам?

936. Электрическую энергию конденсатора можно перевести в механическую работу, давая возможность пла-

стинкам притягиваться до полного соприкосновения. Определить силу притяжения между пластинками конденсатора, первоначально находящимися на расстоянии 5 см одна от другой и заряженными тогда до разности потенциалов 600 В. Заряд каждой обкладки 0,0005 кулона.

937. До какой разности потенциалов нужно было бы зарядить конденсатор ёмкостью 1000 см при расстоянии между его обкладками 1 см, чтобы он мог поднять груз в 1 Т? Принять, что 1 Г равен 1000 динам.

938. Можно ли использовать в технике для подъёма грузов такое приспособление, как описано в предыдущей задаче? Что произойдёт при такой разности потенциалов (считая, что пластинки находятся в воздухе)? Как следует изменить ёмкость конденсатора, чтобы при том же расстоянии между его пластинками и той же подъёмной силе уменьшить разность потенциалов?

939. Чувствительный гальванометр позволяет измерять токи в 10^{-12} А. Если такой ток образован потоком электронов, то сколько их проходит через поперечное сечение проводника в 1 сек.?

940. Шарик радиусом в 1 см соединён с отрицательным полюсом аккумулятора, имеющего электродвижущую силу 2 В, другой полюс которого отведён к земле. Сколько электронов найдётся на шарике?

941. Сколько электронов содержит 1 кулон отрицательного электричества?

Чтобы судить о величине полученного числа, рассчитать, сколько электронов пришлось бы на каждый квадратный метр, если бы этот заряд был равномерно распределён по поверхности земного шара. Радиус земного шара принять равным 6400 км.

§ 39. Электролиз. Токи в газах.

Пример 1. Через раствор медного купороса проходит ток в 5 А. Определить количество меди, выделенное им в течение 1 часа.

Решение. Находим в таблицах электрохимический эквивалент меди, равный 0,33 мг/С, т. е. количество её, выделенное током в 1 А в 1 сек.

По закону Фарадея, количество выделенного вещества прямо пропорционально силе тока и времени его прохождения.

Поэтому ток, равный 5 А, в течение 1 сек. выделит 0,33 · 5 мг, а в течение одного часа (3600 сек.) выделит

0,33 · 5 · 3600 мг. Таким образом, искомое количество меди

$$m = 0,33 \cdot 5 \cdot 3600 = 5940 \text{ мг} = 5,94 \text{ г.}$$

Пример 2. Для серебрения установлено 10 ванн, соединённых параллельно, причём сопротивление каждой из них 0,6 Ω. Во всех ваннах за 4 часа должно выделиться 806,4 г серебра. Определить: 1) какова должна быть мощность динамо, взятой для этой цели; 2) каков получится коэффициент полезного действия внешней цепи, если динамо соединена с ваннами толстой медной проволокой с сопротивлением 0,01 Ω.

Решение. Находим сопротивление 10 параллельно включённых ванн по формуле сопротивления сложной цепи:

$$R = \frac{0,6}{10} = 0,06 \Omega.$$

Исходя из общего количества выделенного серебра, находим сумму сил токов всех ванн или, что всё равно, силу тока в главном проводе. По закону Фарадея: $m = KIt$.

$$m = 806,4 \text{ г} = 806\,400 \text{ мг};$$

$$t = 4 \text{ часа} = 4 \cdot 3600 \text{ сек.};$$

$$K = 1,12 \text{ мг/С};$$

$$806\,400 = 1,12 J \cdot 4 \cdot 3600,$$

$$J = \frac{806\,400}{1,12 \cdot 4 \cdot 3600} = 50 \text{ А.}$$

По закону Ома, напряжение на зажимах ванн:

$$U_1 = JR = 50 \cdot 0,06 = 3 \text{ В.}$$

Полезная мощность, затрачиваемая в ваннах:

$$N_1 = JU_1 = 50 \cdot 3 = 150 \text{ В} = 0,15 \text{ кВт.}$$

Напряжение на зажимах машины:

$$U = 3 + 0,01 \cdot 50 = 3,5 \text{ В.}$$

Мощность, развиваемая машиной во внешней цепи:

$$N = JU = 50 \cdot 3,5 = 175 \text{ В} = 0,175 \text{ кВт.}$$

Коэффициент полезного действия установки

$$\eta = \frac{N_1}{N} = \frac{0,15}{0,175} \approx 86\%.$$

Пример 3. Ёмкость аккумулятора при разряде составляет 15 ампер-часов. Достаточно ли эта ёмкость для выделения 2 л кислорода при электролизе подкисленной воды, считая температуру кислорода равной 0° , а давление 760 мм?

Решение. 1) Находим массу выделенного кислорода:

$$m = vd, \quad v = 2 \text{ л}, \quad d = 0,0014; \quad m = 0,0028 \text{ кг} = 2800 \text{ мг.}$$

2) По закону Фарадея определим количество электричества, которое должно протечь для выделения 2 л кислорода:

$$m = KIt = Ke, \quad K \approx 0,08 \text{ мг/кулонов}; \quad m = 2800 \text{ мг},$$

$$e = \frac{2800}{0,08} = 35\,000 \text{ кулонов} = \frac{35\,000}{3600} \approx 10 \text{ ампер-часам.}$$

Ёмкость аккумулятора (15 ампер-часов) вполне достаточно для выделения требуемого количества кислорода.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

942. Необходимо осадить из раствора медного купороса 10 г меди в течение 4 часов. Какой силы ток для этого понадобится?

943. Через медный вольтметр протекло 30 000 кулонов электричества. Сколько меди при этом выделилось?

944. При серебрении из раствора соответствующей соли было выделено 50,4 г серебра в течение 2,5 часа. Определить силу тока в ванне, содержащей раствор, и напряжение на её зажимах, если сопротивление раствора равно 0,8 Ω .

945. В электролитической медной ванне за 20 мин. выделилось 1,98 г меди. Определить потребляемую мощность. Сопротивление раствора ванны 0,8 Ω .

946. Динамомашинка с напряжением 6 В даёт ток для никелирования в 100 параллельно включённых ванн, каждая с сопротивлением в 3 Ω . Найти всё количество никеля, выделенное за 1 час.

947. В раствор медного купороса опущены 2 цилиндрических уголя, на одном из которых отлагается медь. Почему наиболее толстый слой меди получается на той части его поверхности, которая обращена к другому уголю?

948. При серебрении пользуются током, плотность которого равна 0,5 А на 1 дм². Сеть, в которую включено последовательно 40 ванн, имеет напряжение 120 В. По-

верхность, покрываемая серебром, в каждой ванне равняется 5 дм^2 . Найти: 1) расход энергии во всех ваннах за 5 час. серебрения и 2) количество серебра, выделенного во всех ваннах за то же время.

949. Динамомашинка мощностью 8 kW даёт напряжение 8 V . Сколько алюминия можно выделить из раствора алюминиевой соли при работе данной машины в течение суток?

950. Элемент Лекланше с электродвижущей силой в $1,5 \text{ V}$ и внутренним сопротивлением в $0,5 \text{ }\Omega$ служит для приведения в действие звонка, сопротивление которого $2,5 \text{ }\Omega$. Определить количество израсходованного в элементе цинка за месяц, считая, что звонок работает ежедневно в среднем по 10 мин .

951. Медная пластинка площадью $10 \times 15 \text{ см}^2$ имеет толщину $4,03 \text{ мм}$. Её погружают в ванну с раствором медного купороса и пропускают ток силой в 3 A . С каким полюсом источника нужно соединить пластинку и сколько времени нужно пропускать ток, чтобы после электролиза толщина пластинки стала в точности равна 4 мм ?

952. Чему равен электрохимический элемент алюминия, если для отложения 560 мг его в течение 10 мин . потребовалось включить последовательно 6 аккумуляторов с напряжением по 2 V (внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь)? Сопротивление ванны с раствором алюминиевой соли равно $1,2 \text{ }\Omega$.

953. В какое время ток силой в 1 A разложит 1 г воды?

954. Для очищения (рафинировки) меди, содержащей примеси, из неё делают пластины, которые затем служат анодами во время пропускания электрического тока через ванны с раствором медного купороса. При этом медь растворяется и в чистом виде оседает на катодной пластине. Рассчитать, во что обойдётся очищение 1 кг меди, содержащей 12% примесей, если напряжение в зажимах ванны $4,5 \text{ V}$, а стоимость 1 kWh 2 коп .

955. Для серебрения 3 столовых ложек, с полной поверхностью в $0,94 \text{ дм}^2$ каждая, их погружают в ванну, содержащую двойную синеродистую соль серебра и калия, и в течение 4 часов пропускают ток силой в $0,25 \text{ A}$ на 1 дм^2 . 1) Какова толщина отложившегося серебра? 2) Чему равно напряжение на зажимах ванны, сопротивление которой $2 \text{ }\Omega$?

956. Определить силу тока в цепи и коэффициент полезного действия установки, состоящей из динамомашинки

с напряжением в 110 V, реостата и 30 ванн для золочения. В каждой ванне поддерживается напряжение 3 V, и в течение 5 час. должно выделяться по 34 г золота.

957. Для определения полюсов источника тока часто пользуются полосками бумаги, смоченными раствором калийной селитры (KNO_3) с прибавкой фенолфталеина (вещество, дающее красную окраску при действии на него щёлочей). На каком полюсе появится окраска, если пропускать ток через такую полоску? Будет ли она заметно проводить ток, если её высушить? если смочить после этого чистой водой?

958. К полоске полюсной бумаги (см. предыдущую задачу) толщиной 0,04 м и шириной 1 см приложены на расстоянии 2 см один от другого два провода, напряжение между которыми 110 V. После прохождения тока в течение 5 сек. появилась заметная красная окраска. Какое количество калия выделилось при этом? Удельное сопротивление смоченной раствором бумаги принять равным приблизительно 100 000.

959. Зная, что электрохимический эквивалент водорода 0,01044, рассчитать электрохимические эквиваленты серебра, меди, никеля. Сравнить вычисленные величины с приведёнными в таблицах (вычисление произвести до второго десятичного знака).

960. При электролизе выделяется в одном случае 1 г водорода, в другом — 1 г серебра. Одинаковые ли количества электричества протекают при этом? Если различные, то какие именно?

961. В трёх отдельных ваннах происходит электролиз, причём в первой из них выделяется 1,008 г водорода, во второй 107,9 г серебра и в третьей 31,8 г меди, т. е. вещества выделяются в тех количествах, в которых они замещают друг друга в химических соединениях (так называемые химически эквивалентные). Сколько кулонов при этом протекло через первую, вторую и третью ванны? Электрохимический эквивалент водорода 0,01044, серебра 1,118, меди 0,328.

Так как электрохимический эквивалент серебра определён наиболее точно, то можно считать, что все такие эквивалентные количества различных веществ выделяются, когда протекает одинаковое количество электричества, а именно 96 500 кулонов.

962. Как известно, ион водорода при электролизе имеет наименьший возможный в природе заряд положительного электричества (элементарный заряд). Вычислить величину

этого заряда в кулонах, пользуясь следующими данными: 1 см^3 водорода при нормальных условиях содержит $2,7 \cdot 10^{19}$ молекул. Удельный вес водорода при тех же условиях $0,000089 \text{ г/см}^3$. Молекула водорода состоит из 2 атомов (обратить внимание на результат предыдущей задачи).

963. В ряде предыдущих задач шла речь о прохождении тока через раствор солей и о выделении из них чистых металлов (никелирование, серебрение, золочение). Почему при этих расчётах не принималась во внимание электродвижущая сила поляризации?

964. Ванна с платиновыми электродами, наполненная раствором H_2SO_4 и имеющая сопротивление $1,68 \text{ }\Omega$, соединена с аккумулятором, электродвижущая сила которого 2 V , а внутреннее сопротивление $0,02 \text{ }\Omega$. Рассчитать силу тока, если электродвижущая сила поляризации ванны $1,15 \text{ V}$.

965. 1) Получится ли ток, если составить цепь из двух элементов с одинаковой электродвижущей силой и одинаковым сопротивлением таким образом, что анод первого соединяется с анодом второго и катод первого с катодом второго? 2) Получится ли ток, если электродвижущие силы этих элементов равны, а сопротивления различны? 3) Будет ли ток при различных электродвижущих силах обоих элементов?

966. По схеме предыдущей задачи соединены аккумулятор с электродвижущей силой 2 V и внутренним сопротивлением $0,04 \text{ }\Omega$ и элемент Лекланше с электродвижущей силой $1,5 \text{ V}$ и внутренним сопротивлением $0,46 \text{ }\Omega$. Какой силы ток пойдёт в цепи?

967. Скольким кулонам соответствует ампер-час?

968. Аккумулятор имеет ёмкость 60 ампер-часов и электродвижущую силу 2 V . Каково количество запасённой в нём энергии и какова его мощность, если разряд продолжался в течение 12 часов?

969. Сколько меди можно выделить при помощи аккумуляторов ёмкостью 100 ампер-часов? Влияет ли на общее количество выделенной меди напряжение на зажимах ванны, которое можно регулировать при помощи реостата, введённого в цепь последовательно с ванной?

970. 50 соединённых последовательно аккумуляторов подвергаются зарядке от динамомашин. Сколько вольт должна давать машина в начале и в конце зарядки? Каждый аккумулятор имеет сначала электродвижущую силу $1,85 \text{ V}$, повышающуюся при зарядке до $2,75 \text{ V}$. Внутреннее

сопротивление аккумуляторов $0,02 \text{ }\Omega$. Плотность тока должна быть $0,5 \text{ А/дм}^2$. В каждом аккумуляторе находятся 3 положительные пластины размером по 2 дм^2 .

971. Даны два аккумулятора, ёмкость каждого из которых равна 80 ампер-часам, а электродвижущая сила 2 В . Какое количество никеля можно выделить, используя всю зарядку обоих аккумуляторов: 1) если их соединить последовательно; 2) если их соединить параллельно? Какое соединение выгоднее для наибольшего выделения металла? Сопротивление ванны $0,5 \text{ }\Omega$. Внутренним сопротивлением аккумуляторов пренебречь.

972. На предмет, поверхность которого $16,18 \text{ дм}^2$, требуется нанести слой никеля толщиной $0,03 \text{ мм}$. Какова должна быть наименьшая ёмкость аккумулятора, пригодного для этой цели, и сколько времени должно продолжаться никелирование, если сила тока равна 4 А ?

Токи в газах.

973. Электрическое поле образовано двумя разноименно наэлектризованными пластинами, расстояние между которыми 5 см и разность потенциалов $15\,000 \text{ В}$. Какую скорость приобретает электрон в таком поле, пройдя расстояние $0,00006 \text{ см}$ (это средняя величина пути, который может пройти электрон в атмосферном воздухе без столкновения с молекулами газа)? Масса электрона $9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$, его заряд $48 \cdot 10^{-11}$ электростатических единиц.

974. Пучок катодных лучей (рис. 78), проходя между обкладками конденсатора с напряжением поля 200 вольт/см , отклоняется от своего направления. Вычислить величину этого отклонения, если скорость катодных лучей принять равной $0,6 \cdot 10^{10} \text{ см/сек}$, заряд электрона $48 \cdot 10^{-11}$ электростатических единиц, его масса $9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$. Длина пластинок конденсатора (по ходу луча) 3 см .

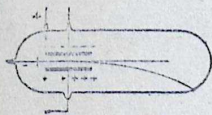


Рис. 78.

975. Сохраняя условия предыдущей задачи для размера конденсатора и напряжения поля в нём, найти отклонение катодных лучей, состоящих из атомов водорода с элементарным зарядом $48 \cdot 10^{-11}$ электростатических единиц с массой $1,7 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ и скоростью 10^7 см/сек .

976. Накалённое вещество, как известно, испускает электроны; на этом основано устройство так называемых

катодных ламп, в которых катодом служит нагреваемая проволока, анодом — пластинка в виде цилиндра, расположенного вокруг проволоки (рис. 79).

Что будет происходить с электронами, выброшенными накалённой проволокой, если «+» батареи присоединить к цилиндру, а «-» к проволоке и тем самым образовать электрическое поле?

Покажет ли ток гальванометр, присоединённый, как изображено на схеме (рис. 80)?

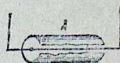


Рис. 79

Получится ли ток, если изменить полярность батареи, присоединив «+» к проволоке, а «-» к цилиндру? Куда в этом случае будут двигаться электроны, выброшенные проволокой?

977. Известно, что чистый вольфрам в накалённом состоянии даёт с каждого квадратного миллиметра в 1 сек. такое количество электронов, общий заряд которых составляет 0,001 кулона.

Какова наибольшая сила тока, который можно получить в цепи, собранной по схеме (рис. 80), если диаметр накалённой проволоки равен 0,1 мм, а длина её 3 см?

978. Если менять напряжение, приложенное к точкам А и К (рис. 80) катодной лампы, то будет меняться и

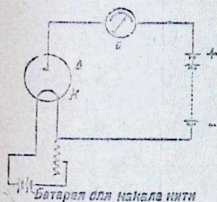


Рис. 80.

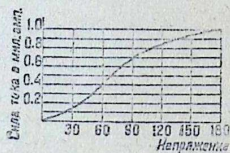


Рис. 81.

сила тока, показываемая гальванометром, причём эта зависимость изображается графиком (рис. 81).

Почему сила тока увеличивается лишь до известного предела?

Определить по прилагаемому графику (рис. 81), на сколько возрастает сила тока, когда напряжение изменяется от 30 до 60 В; от 60 до 90 В и т. д. через каждые 30 В.

Можно ли сказать, что сила тока прямо пропорциональна напряжению? Применим ли закон Ома?

§ 40. Электромагнитные колебания.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

979. Конденсатор ёмкостью 900 см, заряженный от машины до некоторой разности потенциалов, разряжается затем через катушку с коэффициентом самоиндукции 0,016 генри. Найти период возникающих колебаний. Почему каждое следующее колебание даёт на обкладках конденсатора меньшую разность потенциалов, чем предыдущее?

980. Какую самоиндукцию следует взять, чтобы получить колебания с частотой 4000 колебаний в секунду (4000 герц), непосредственно воспринимаемые на слух при помощи телефона?

Ёмкость конденсатора 1000 см.

981. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 900 см и катушки самоиндукции в 0,001 генри. На какую длину волны настроен контур?

982. Вычислить частоты в килогерцах (килоциклах) следующих наиболее мощных станций: Науэн (длина волны 1800 м), имени Коминтерна (длина волны 1744 м), Регби (передаёт сигналы времени на волне 18740 м).

983. Колебательный контур с конденсатором в 60 см и катушкой самоиндукции 256 000 см присоединён (по схеме рис. 82) к антенне с собственной ёмкостью в 100 см. На какую волну настроен при этом контур?

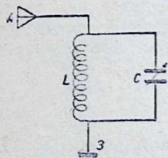


Рис. 82.

984. На какой диапазон волн можно настроить контур предыдущей задачи, если конденсатор меняет ёмкость от 60 до 480 см?

985. Приём производится на антенну ёмкостью 120 см. Какую ёмкость нужно подобрать в конденсаторе приёмника, чтобы при катушке 0,0004 генри принимать на волне 628 м?

986. Конденсатор разряжается через проводник с некоторой самоиндукцией. Начертить график изменения разности потенциалов на его обкладках и силы тока в цепи в зависимости от времени, допустив, что каждая из этих величин меняется по закону синуса. Считать, что в на-

чалый момент разность потенциалов на конденсаторе равна максимальной величине.

987. Как известно, скорость света равна $3 \cdot 10^{10}$ см/сек. Однако последние наиболее точные измерения дают для этой скорости значение 299 820 км/сек. На сколько при этом изменится вычисленная длина волны станции имени Коминтерна, для которого частота ≈ 172 килогерц?

Имеет ли вообще смысл вводить такое уточнение длины волны? Принять во внимание при этом, что современные способы дают возможность контролировать постоянство частоты с точностью до 50 периодов в секунду.

988. На обложке одной из книжек по радио написана формула $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$, где каждая из величин L и C выражена в сантиметрах, а длина волны получается тогда также в сантиметрах. Как это возможно, если подобной же формулой выражается не длина волны, а период колебания T (формула Томсона)?

ГЛАВА II.

ОПТИКА.

§ 41. Прямолинейное распространение света. Фотометрия.

Пример 1. Вычислить световой поток, падающий на площадку в 10 см² от источника силою в $J = 200$ свечей, расположенного на расстоянии 2 м.

Решение. Примем, что источник находится в центре сферы с радиусом 2 м, а данная площадка S составляет часть поверхности сферы. Найдём сперва освещённость площадки:

$$E = \frac{J}{r^2} = \frac{200}{4} = 50 \text{ люксам.}$$

Теперь мы можем вычислить световой поток Φ . Из формулы $E = \frac{\Phi}{S}$ следует: $\Phi = ES = 50 \text{ люксам} \cdot 0,001 \text{ м}^2 = 0,05 \text{ люмена.}$

Пример 2. На столбе высотой 6 м висит лампа в 400 свечей.

Вычислить освещённость на земле на расстоянии 8 м от основания столба, если принять, что сила света лампы одна и та же во всех направлениях.

Решение. Берём формулу $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$. Сила света дана; чтобы найти E , нужно предварительно вычислить r^2 и $\cos \alpha$. Сделаем чертёж (рис. 83). В точке A пусть находится лампа, AC — высота столба, CB — расстояние малой площадки на земле, для которой нужно рассчитать освещённость. Из чертежа видно, что $r = AB = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$ м. Восставим перпендикуляр BP из точки B . Угол ABP будет углом падения лучей. Так как $\angle ABP = \angle CAB = \alpha$, то косинус этого угла равен отношению

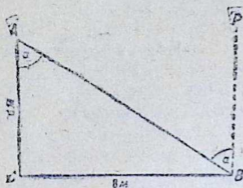


Рис. 83.

катета AC к гипотенузе, т. е. $\cos \alpha = \frac{6}{10}$; подставляя найденные величины в формулу, получим:

$$E = \frac{400}{10^2} \cdot \frac{6}{10} = 2,4 \text{ люкса.}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Скорость света.

989. Луна находится от Земли на расстоянии 60 земных радиусов. Определить, сколько времени идёт свет от Луны до Земли, принимая земной радиус равным 6370 км.

990. Расстояние от Земли до Солнца составляет круглым числом 150 000 000 км. Во сколько времени свет от Солнца доходит до Земли?

991. Расстояние отдельных звёзд от Земли часто выражают в «световых годах». Световым годом называют расстояние, проходимое светом в течение одного года (365¼ дней). Выразить световой год в километрах.

992. В 1901 г. в созвездии Персея внезапно появилась очень яркая «новая» звезда. Через несколько месяцев, постепенно ослабевая, она перестала быть видимой для невооружённого глаза, и за ней можно было следить только в телескоп.

Предполагают, что «новая» звезда существовала и раньше, но была крайне слабой. В результате какой-то катастрофы её яркость на короткое время увеличилась в несколько тысяч раз. Когда в действительности произо-

шла катастрофа, если расстояние до «новой» звезды Персея составляет 2 841 000 000 000 000 км?

Тень и полутень.

993. Свеча находится на расстоянии 2 м от стены. Мальчик держит карандаш между свечою и стеною на расстоянии 50 см от свечи. Длина карандаша 15 см. Определить длину тени от карандаша на стене.

994. Здание, освещённое Солнцем, отбрасывает тень длиной 36 м. Вертикально стоящий шест высотой 1 м отбрасывает тень длиной 120 см. Найти высоту здания.

995. Матовая электрическая лампочка в виде шара диаметром 6 см освещает глобус диаметром 26 см. Определить диаметр тени и полутени на стене от глобуса, если расстояние от центра лампочки до центра глобуса 1 м и от центра глобуса до стены 2 м.

Получение изображений при помощи малого отверстия.

996. В камере с малым отверстием матовое стекло находится на расстоянии 20 см от отверстия. Камера расположена на расстоянии 50 см от свечи, пламя которой имеет высоту 4 см. Как велико изображение пламени, полученное на матовом стекле камеры? При каком условии изображение меньше предмета? равно предмету? больше предмета?

997. Свет от Солнца проходит в темную комнату через очень маленькое круглое отверстие в ставне и даёт изображение Солнца на экране, поставленном перпендикулярно к солнечным лучам на расстоянии 5 м от отверстия. Определить диаметр изображения Солнца на экране, если видимый угловой диаметр Солнца круглым числом составляет 30'.

998. Найти диаметр светового пятна на экране при условии, что свет от Солнца проходит через круглое отверстие диаметром в 2 см. Остальные данные те же, что и в предыдущей задаче.

Поток лучистой энергии. Световой поток.

999. Многочисленными измерениями найдено, что при отсутствии поглощения в земной атмосфере площадка в 1 м², расположенная на земной поверхности перпендику-

лярно к солнечным лучам, получала бы от Солнца за 1 секунду количество лучистой энергии $K = \frac{1}{3}$ ккал.

Зная, что расстояние от Земли до Солнца $R = 150\,000\,000$ км, а радиус Солнца $r = 700\,000$ км, вычислить в лошадиных силах мощность излучения с 1 м² солнечной поверхности. Для облегчения вычислений сперва решить задачу в общем виде.

1000. Электрическую лампочку погрузили до патрона в воду, налитую в стеклянный сосуд. Сосуд содержал 2 л воды. Через 5 минут температура воды повысилась на $10,5^\circ$. После этого опыт повторили, подкрасив воду чёрной краской настолько, что свет лампочки не был виден. В этом случае через 5 минут температура воды повысилась на 11° .

Приняв во внимание, что вода пропускает только видимые лучи, найти световую отдачу лампочки, т. е. вычислить, сколько процентов от всей лучистой энергии, испускаемой раскалённой нитью лампочки, составляет световая энергия. Чему равна мощность светового излучения данной лампочки?

1001. Один люмен белого света эквивалентен приблизительно $\frac{1}{230}$ W. Вычислить в килограммометрах количество световой энергии, полученное за 1 час телом, на которое падал световой поток в 1 люмен. Предполагается, что тело полностью поглощало падавший на него свет.

1002. Чему равен световой поток источника силою света в 25 свечей?

1003. Полный световой поток источника 1000 люменов; найти силу света источника.

Освещённость.

1004. Световой поток в 80 люменов падает на площадку в 5 м². Найти освещённость.

1005. Освещённость площадки в 100 см² составляет 10 люксов. Найти световой поток, падающий на эту площадку.

1006. Электрическая лампочка в 16 свечей висит над столом на высоте 50 см. Вычислить освещённость на столе под лампой.

1007. Какова должна быть сила света источника, чтобы на расстоянии 1 км он давал освещённость в 1 люкс?

1008. На каком расстоянии 25-свечёвая лампочка даёт освещённость в 1 люкс?

1009. Лампочка висит над столом на высоте 60 см. Освещённость стола 40 люксов. Чему будет равна освещённость, если лампочку поднять на 20 см?

1010. Человек смотрит на лампу в 50 свечей, расположенную на расстоянии в 1 м. Найти световой поток, падающий на зрачок глаза, если диаметр зрачка 4 мм.

1011. Две свечи, поставленные рядом, освещают экран. Расстояние от свечей до экрана 1 м. Одну свечу погасили. На сколько нужно приблизить экран, чтобы освещённость экрана не изменилась?

1012. Планета Марс в $1\frac{1}{2}$ раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз солнечное освещение слабее на Марсе, чем на Земле?

1013. Электрическая лампочка на одной стене комнаты даёт освещение в 18 люксов, а на противоположной — в 2 люкса. Во сколько раз она ближе к первой стене, чем ко второй?

1014. Между двумя экранами на оптической скамье нужно поставить свечу так, чтобы левый экран был освещён вдвое сильнее правого. На каком расстоянии от левого экрана нужно поставить свечу, если расстояние между экранами 100 см?

1015. Слева от фотометра на расстоянии 30 см находится лампочка в 10 свечей. Определить силу света лампочки, расположенной справа на расстоянии 68 см от фотометра, если обе половины фотометра освещены одинаково.

1016. Две электрические лампочки в 25 свечей и в 100 свечей расположены друг от друга на расстоянии в 3 м. Где нужно поместить между ними непрозрачный экран, чтобы он был одинаково освещён с обеих сторон?

1017. При падении параллельного пучка лучей под углом 30° освещённость поверхности была 40 люксов. Чему будет равна освещённость, если свет будет падать под углом 60° ?

1018. Лучи заходящего Солнца падают на землю под углом 85° . Во сколько раз освещённость вертикальной стены дома, обращённой к Солнцу, сильнее, чем освещённость горизонтальной поверхности земли?

1019. Над серединой круглого стола на высоте 1 м висит электрическая лампочка (без абажура) в 50 свечей.

Вычислить освещённость на краю стола, если он имеет 2 м в поперечнике.

1020. Над серединой площадки диаметром 16 м висит лампа в 1000 свечей. Как будет меняться освещённость на краю площадки, если постепенно поднимать лампу? Вычислить освещённость для высоты лампы над землёй в 2 м, 4 м, 6 м, 8 м и 10 м.

1021. Над двором на высоте 3 м повешены две лампы по 100 свечей каждая. Расстояние между лампами 4 м. Вычислить освещённость на земле под каждой лампой.

1022. На мачте высотой в 12 м нужно повесить электрическую лампу такой силы, чтобы на расстоянии 16 м от основания мачты освещение на земле составляло 3 люкса. Во сколько свечей следует взять лампу?

1023. Лампа в 200 свечей находится на расстоянии 2 м от лежащей на столе книги. Освещённость книги равна 25 люксам. Под каким углом падает свет на книгу? На какой высоте повешена лампа над столом?

1024. На высоте 5 м повешена лампа в 200 свечей. Наибольшее освещение на земле получится под лампой и будет убывать одинаково во все стороны. Чему равна площадь круга, внутри которого освещённость не меньше 1 люкса?

§ 42. Отражение света.

Пример. Главное фокусное расстояние вогнутого зеркала 60 см. Предмет расположен на расстоянии 20 см от зеркала. На каком расстоянии получится изображение?

Решение. Возьмем формулу сферического зеркала $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Подставив численные значения, получим $\frac{1}{20} + \frac{1}{f} = \frac{1}{60}$, откуда $f = -30$ см. Знак минус указывает, что изображение получилось не по ту сторону от зеркала, где расположен предмет, а по другую и, следовательно, является мнимым.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Плоское зеркало.

1025. Как необходимо поставить зеркало, чтобы отражённый луч был перпендикулярен падающему лучу?

1026. Угол падения луча увеличился на 10° . На сколько увеличился угол между падающим лучом и отражённым лучом?

1027. На какой угол повернётся отражённый луч, если зеркало повернуть на угол φ ?

1028. В некоторых измерительных приборах роль стрелки играет световой луч, отражённый от маленького зеркальца. Пусть AB (рис. 84) — зеркальце прибора, S — источник света, SO — падающий луч, OS' — отражённый луч и CD — шкала с миллиметровыми делениями, поставленная перпендикулярно к отражённому лучу OS' . Расстояние OS' от шкалы до зеркальца 5 м. На какой угол повернулось зеркальце, если «зайчик» передвинулся по шкале на 32 мм, перейдя из S' в S'' ?

1029. Человек стоял перед плоским зеркалом, затем отошёл от него на 1 м. На сколько увеличилось расстояние между человеком и его изображением?

1030. Какую наименьшую высоту должно иметь зеркало, повешенное вертикально, чтобы человек видел себя в нём во весь рост? Верхний край зеркала расположен на уровне глаз.

1031. Предмет находится между двумя параллельно поставленными зеркалами. Сколько изображений он даст в них?

1032. Показать с помощью построения, сколько изображений даст предмет в двух зеркалах, поставленных под углом 90° друг к другу; под углом 60° друг к другу.

Вогнутое сферическое зеркало.

1033. На вогнутое зеркало падают лучи Солнца. На каком расстоянии от зеркала пересекутся отражённые от него лучи, если радиус кривизны зеркала 32 см?

1034. Свечу поставили на расстоянии 36 см от вогнутого зеркала. Изображение пламени получилось на расстоянии 108 см от зеркала. Чему равны главное фокусное расстояние и радиус кривизны зеркала?

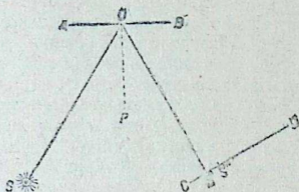


Рис. 84.

1035. Свечу, о которой говорится в предыдущей задаче, на 6 см передвинули ближе к зеркалу. На сколько и в каком направлении передвинется изображение?

1036. Где нужно поместить предмет перед вогнутым зеркалом, чтобы изображение совпало с предметом?

1037. Какой величины изображение электрической лампочки даст вогнутое зеркало, если диаметр лампочки 6 см, расстояние лампочки от зеркала 25 см и главное фокусное расстояние зеркала 20 см?

1038. Человек смотрит в вогнутое зеркало, расположив его на расстоянии 15 см от лица. На каком расстоянии от зеркала находится изображение, если радиус кривизны зеркала 120 см?

1039. Главное фокусное расстояние вогнутого зеркала 25 см. На каком расстоянии нужно поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось на расстоянии 1 м от зеркала?

1040. Радиус кривизны вогнутого зеркала 80 см. На каком расстоянии от зеркала нужно поместить предмет, чтобы его действительное изображение было вдвое больше предмета? Решить тот же вопрос для мнимого изображения.

1041. Вогнутое зеркало даёт в 3 раза увеличенное обратное изображение предмета. Расстояние от предмета до изображения 28 см. Чему равно главное фокусное расстояние зеркала?

1042. Свеча находится на расстоянии 60 см от вогнутого зеркала. Если свечу передвинуть на 10 см ближе к зеркалу, то расстояние изображения от зеркала увеличится на 80 см. Определить главное фокусное расстояние зеркала.

Выпуклое сферическое зеркало.

1043. Радиус кривизны выпуклого зеркала 30 см. Предмет находится на расстоянии 1 м от зеркала. На каком расстоянии находится изображение?

1044. На каком расстоянии от выпуклого зеркала нужно поместить предмет, чтобы его изображение получилось на расстоянии 1 м от зеркала? Главное фокусное расстояние зеркала 1,5 м.

1045. Пучок световых лучей упал на выпуклое зеркало и, отразившись от него, сошёлся в одной точке перед зеркалом. Показать на чертеже, каково было направление падающих лучей.

§ 43. Преломление света.

Пример 1. Луч света падает из воздуха на поверхность воды под углом 50° . Найти угол преломления луча в воде.

Решение. Так как луч света переходит в воду из воздуха, то берем формулу $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$. Для воды $n = 1,33$. По таблицам синусов находим $\sin 50^\circ = 0,766$. Подставляя эти числовые значения в формулу, получим $\frac{0,766}{\sin \beta} = 1,33$, откуда $\sin \beta = 0,576$ и угол $\beta \approx 35^\circ$.

Пример 2. Луч света переходит из стекла в воду. Угол падения 40° . Чему равен угол преломления? Чему равен угол полного внутреннего отражения?

Решение. Так как луч света переходит в воду из стекла, то возьмем формулу $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = m$. Вычислим сперва m . Преломленный луч идет в воде, следовательно, $n_2 = 1,33$. Падающий луч идет в стекле, следовательно, $n_1 = 1,5$. Таким образом, $m = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,33}{1,5} = 0,887$. По таблицам синусов находим $\sin 40^\circ = 0,643$. Делаем подстановку: $\frac{0,643}{\sin \beta} = 0,887$. Отсюда $\sin \beta = 0,725$ и угол $\beta \approx 46^\circ 30'$.

Чтобы найти предельный угол полного внутреннего отражения, воспользуемся формулой: $\sin A = m$. Сделав подстановку, получим $\sin A = 0,887$, откуда угол $A = 62^\circ 30'$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Показатель преломления.

1046. Луч света падает из воздуха на поверхность некоторой жидкости под углом в 40° . Угол преломления равен 24° . Каков будет угол преломления, если луч упадет под углом в 80° ?

1047. Под каким углом падает луч на поверхность воды из воздуха, если угол преломления в воде 45° ?

1048. Лучи Солнца падали на поверхность воды под углом 74° . Когда водолаз опустился в воду, то ему показалось, что «Солнце прыгнуло вверх». На какой угол изменилось для водолаза направление к Солнцу?

1049. Луч проходит из воды в воздух, образуя угол падения, равный 40° . Вычислить угол преломления луча в воздухе.

1050. Луч света переходит из стекла в воздух. Угол падения 30° . Угол преломления 50° . Чему равен показатель преломления данного сорта стекла?

1051. В дно пруда вертикально вбит шест высотой в 1 м. Определить длину тени от шеста на дне пруда, если лучи Солнца падают на поверхность воды под углом 38° , а шест целиком находится под водой.

1052. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет толкнуть его тростью. Прицеливаясь, мальчик держал трость под углом в 45° . На каком расстоянии от камешка воткнется трость в дно ручья, если глубина ручья 40 см?

1053. Луч света падает из воздуха на стеклянную пластинку (из кронгласа) толщиной 2 см под углом в 55° . Определить длину пути светового луча в пластинке и найти боковое смещение луча после выхода из пластинки, т. е. кратчайшее расстояние между направлением луча до входа в пластинку и направлением луча после выхода из пластинки.

1054. Человек посмотрел на дно ручья сверху вниз по отвесному направлению и определил глубину ручья в 75 см. Чему равна истинная глубина ручья?

Указание. Так как пучок лучей, падающий в глаз от предмета, лежащего на дне, очень узок, то углы падения и преломления очень малы. Тангенсы малых углов можно считать равными их синусам.

1055. Луч света падает из воды на поверхность раздела воды и воздуха под углом в 50° . Определить угол преломления луча в воздухе.

1056. Определить предельные углы полного внутреннего отражения для воды и масла.

1057. Предельный угол полного внутреннего отражения для алмаза $24^\circ 30'$. Определить показатель преломления алмаза.

1058. Луч падает на прямоугольную стеклянную призму перпендикулярно грани AB (рис. 85). Преломляющий угол призмы $A = 40^\circ$. Определить, преломится ли луч на поверхности раздела стекла и воздуха AC или испытает полное внутреннее отражение. Показатель преломления стекла призмы $n = 1,6$.

1059. Начертить ход луча в полуквадратной кронгласовой призме, сечение которой изображено на рис. 86. Луч падает перпендикулярно грани AB .

1060. Луч света проходит через призму, как показано на рис. 87.

Доказать, что угол падения луча на вторую грань призмы (внутри стекла) $\alpha_2 = A - \beta_1$, где A — преломляющий угол призмы, а β_1 — угол преломления при входе луча в призму.

1061. Доказать, что луч света, пройдя через призму, отклонится от первоначального направления на угол $\delta =$

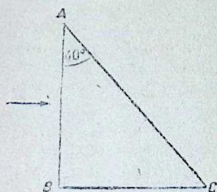


Рис. 85.

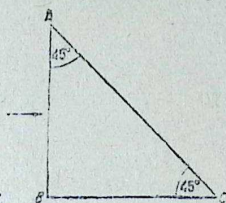


Рис. 86.

$= \alpha_1 + \beta_2 - A$, где α_1 — угол падения луча при входе в призму, β_2 — угол преломления луча при выходе из призмы в воздух, A — преломляющий угол призмы (рис. 87).

1062. Луч света падает на стеклянную кронгласовую призму под углом 22° . Под каким углом луч выходит из призмы, если преломляющий угол призмы 41° ? На какой угол отклонится луч от первоначального направления, пройдя через призму?

1063. Луч света выходит из призмы под таким же углом, под каким входит в призму, причём отклоняется от первоначального направления на угол δ . Преломляющий угол призмы равен A . Найти коэффициент преломления вещества призмы.

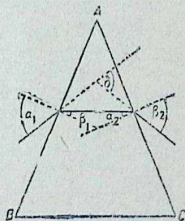


Рис. 87.

1064. Чему равен показатель преломления воды относительно льда? льда относительно воды?

1065. Две плоскопараллельные пластинки — одна из кронгласа, другая из флинтгласа — сложены вместе. Луч света переходит из кронгласа в флинтглас. Угол падения на поверхности флинтгласовой пластинки 30° . Найти угол преломления луча в флинтгласе.

1066. Поверх воды налит слой масла. Луч света переходит из масла в воду, падая под углом в 40° . Найти угол преломления луча в воде.

§ 44. Оптические стёкла.

Пример 1. Пламя свечи высотой $H = 4$ см находится на расстоянии 20 см от собирательной линзы с главным фокусным расстоянием 12 см. На каком расстоянии получится изображение? Чему равна величина изображения h ?

Решение. Возьмем формулу $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. В данном случае $d = 20$ см, $F = 12$ см. Подставляя числовые значения, получим: $\frac{1}{20} + \frac{1}{f} = \frac{1}{12}$, откуда $f = 30$ см. Чтобы найти величину изображения, воспользуемся формулой $\frac{H}{h} = \frac{d}{f}$. По условию задачи $H = 4$ см. Выполняя подстановку, получим $\frac{4}{h} = \frac{20}{30}$, откуда $h = 6$ см.

Пример 2. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы 30 см. На каком расстоянии от линзы нужно подставить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось на расстоянии 10 см от линзы?

Решение. Возьмём формулу $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Так как линза рассеивающая, то мы должны принять $F = -30$ см, $f = -10$ см.

Выполнив подстановку, получим: $\frac{1}{d} - \frac{1}{10} = -\frac{1}{30}$, откуда $d = 15$ см.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

1067. Определить оптическую силу линзы, имеющей главное фокусное расстояние, равное 5 см.

1068. Оптическая сила очкового стекла равна 0,2 диоптри. Чему равно главное фокусное расстояние такого стекла?

1069. Свеча находится на расстоянии 40 см от собирательной линзы, а изображение свечи получилось на расстоянии 10 см. Чему равно главное фокусное расстояние линзы?

1070. Главное фокусное расстояние линзы равно 20 см. На каком расстоянии получится изображение, если предмет расположен на расстоянии 4,2 м от линзы?

1071. Изображение предмета получилось на расстоянии 12 см от собирающей линзы с главным фокусным расстоянием в 10 см. На каком расстоянии находится предмет от линзы?

1072. Предмет находится на расстоянии 6 см от собирающей линзы. Чему равно расстояние изображения, если главное фокусное расстояние линзы равно 8 см?

1073. В картонную трубку вставлены 2 собирающие линзы. Расстояние между линзами 16 см. Главное фокусное расстояние первой линзы 8 см, второй 5 см. Предмет расположен на расстоянии 40 см от первой линзы. На каком расстоянии от второй линзы получится изображение?

1074. Расстояние между свечой и стеной 1 м. На каком расстоянии от свечи нужно поместить линзу с главным фокусным расстоянием в 9 см, чтобы на стене получилось резкое изображение свечи?

1075. Линза даёт на экране изображение пламени свечи. Изменится ли величина изображения на экране, если мы заменим линзу тонкой непрозрачной пластинкой с малым отверстием? Сделать соответствующий чертёж для каждого случая.

1076. На матовом стекле фотографического аппарата было получено изображение сантиметровой линейки в натуральную величину. Расстояние от матового стекла до линейки равно 60 см. Чему равно главное фокусное расстояние объектива?

1077. Рисунок на диапозитиве имеет высоту 6 см, а на экране 2,4 м. Определить главное фокусное расстояние объектива проекционного фонаря, если расстояние от объектива до экрана 8,2 м.

1078. Главное фокусное расстояние объектива проекционного фонаря 15 см. Экран находится на расстоянии 4,65 м от объектива. Какое линейное увеличение даст фонарь на экране?

1079. С негативов размером $4\frac{1}{2} \times 6$ см желают получить увеличенные отпечатки размером 9×12 см. В распоряжении имеется объектив с главным фокусным расстоянием 12 см. На каком расстоянии от объектива нужно поместить негатив и на каком — светочувствительную бумагу, чтобы получить желаемое увеличение?

1080. Высота здания на фотографическом снимке 7 см. Определить действительную высоту здания, если известно, что главное фокусное расстояние объектива 20 см, а ап-

парат при съёмке был поставлен на расстоянии 80 м от здания.

Указание. Решение задачи упрощается, если принять во внимание, что при фотографировании удалённых предметов изображение получается на расстоянии, практически равном главному фокусному расстоянию объектива. Для проверки вычислить, на каком расстоянии от объектива получилось изображение здания.

1081. С какого расстояния был сделан фотографический снимок поезда, если высота вагона на снимке 9 мм, а в действительности высота вагона 3 м? Главное фокусное расстояние объектива фотоаппарата 15 см.

1082. Для воздушной разведки требуется с высоты в 3000 м получить снимки участков местности, расположенных под аэропланом, в масштабе 1:5000. С каким фокусным расстоянием следует взять объектив для этой цели?

1083. Расстояние между электрической лампочкой и экраном на оптической скамье равно 1 м. Между лампочкой и экраном находится линза, которая даёт на экране уменьшённое изображение лампочки. Если линзу передвинуть на 60 см в сторону лампочки, то на экране появится увеличенное изображение. Определить главное фокусное расстояние линзы.

1084. На оптической скамье поставлена свеча. Высота пламени свечи 5 см. Линза отбрасывает на экран увеличенное изображение пламени высотой 20 см. Не трогая линзы, свечу отодвинули на 5 см дальше от линзы. Затем, передвинув экран, вновь получили резкое изображение пламени высотой 10 см. Определить главное фокусное расстояние линзы.

Рассеивающая линза.

1085. На рассеивающую линзу падает направленный вдоль главной оптической оси цилиндрический пучок параллельных лучей. Диаметр пучка равен 5 см. За линзой на расстоянии 20 см поставлен экран, на котором получается круглое светлое пятно диаметром 15 см. Определить главное фокусное расстояние линзы.

1086. На собирательную линзу с главным фокусным расстоянием 20 см падает цилиндрический пучок параллельных лучей. Диаметр пучка 10 см. С каким главным фокусным расстоянием следует взять рассеивающую линзу

и на каком расстоянии поместить её от первой линзы, чтобы, пройдя через обе линзы, свет пошёл цилиндрическим пучком диаметром в 2 см? Ответить на те же вопросы, если вторая линза будет взята собирающей.

1087. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы 12 см. Предмет находится от линзы на расстоянии 24 см. Чему равно расстояние изображения?

Формула главного фокусного расстояния линзы.

1088. Вычислить главное фокусное расстояние двояковогнутой линзы с одинаковой кривизной обеих сторон, если показатель преломления стекла линзы 1,8, а радиус кривизны поверхностей равен 1 м.

1089. Двояковыпуклая линза имеет одинаковые радиусы кривизны обеих сферических поверхностей. Каков должен быть показатель преломления стекла линзы, чтобы главное фокусное расстояние линзы равнялось $\frac{R}{2}$, как это всегда имеет место для сферического зеркала?

1090. Радиус кривизны выпуклой поверхности линзы $r_1 = 80$ см, вогнутой поверхности $r_2 = -16$ см. Показатель преломления стекла линзы 1,8. Определить, является ли данная линза собирающей или рассеивающей, и вычислить её главное фокусное расстояние.

1091. Двояковыпуклая линза сложена из двух плосковыпуклых кронгласовых линз с радиусом кривизны 20 см и 30 см. Вычислить главное фокусное расстояние для каждой из составляющих линз, взятых отдельно, а также для составной линзы.

1092. Увеличится или уменьшится главное фокусное расстояние собирающей линзы, если она будет окружена не воздухом, а водой, и во сколько раз? Линза сделана из кронгласа.

1093. Как изменится главное фокусное расстояние линзы, если её погрузить в жидкость с тем же показателем преломления, что и стекло, из которого сделана линза ($n = 1,5$)?

1094. Двояковыпуклая линза из кронгласа, имеющая одинаковую кривизну с обеих сторон, погружена в сероуглерод. Чему будет равно главное фокусное расстояние линзы в сероуглероде, если в воздухе оно равно 20 см?

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Угол зрения.

1095. Солнце и Луна кажутся нам одинаковых размеров, хотя Солнце приблизительно в 400 раз дальше Луны. Чему равен диаметр Солнца, если диаметр Луны круглым числом составляет 3500 км?

1096. Луна видна под углом зрения в 30'. Во сколько раз расстояние до Луны больше диаметра Луны?

1097. Часто говорят, что полная Луна кажется «величиною с тарелку». На каком расстоянии от глаза надо поместить тарелку, чтобы она была видна под тем же углом зрения, как Луна? Диаметр тарелки принять равным 25 см.

1098. Под каким углом зрения виден идущий по дороге человек с расстояния в 1 км, если средний рост человека принять равным 1,7 м?

1099. Для определения направления и скорости ветра в верхних слоях атмосферы с аэродрома пустили шар-пилот диаметром 1,5 м. На каком приблизительно расстоянии от наблюдателя шар-пилот перестанет быть видимым для невооружённого глаза, если тёмный предмет на светлом фоне перестаёт быть видимым при угле зрения, меньшем 1'?

Лупа.

1100. Какое увеличение (для нормального глаза) даёт лупа, оптическая сила которой равна 8 диоптриям?

1101. Скольким диоптриям равна оптическая сила лупы, дающей увеличение в 5 раз?

1102. На каком расстоянии от лупы с главным фокусным расстоянием в 5 см должен находиться предмет, чтобы увеличенное мнимое изображение предмета получилось на расстоянии наилучшего зрения? Зрение предполагается нормальным, лупа расположена у самого глаза.

Микроскоп.

1103. Главное фокусное расстояние объектива микроскопа 4 мм. Предмет расположен на расстоянии 4,2 мм от объектива. Чему равно увеличение объектива микро-

скопа, т. е. во сколько раз линейная величина изображения больше линейной величины предмета?

1104. Главное фокусное расстояние объектива микроскопа 3 мм. Предмет находится от объектива на расстоянии 3,1 мм. Главное фокусное расстояние окуляра 5 см. Найти увеличение микроскопа для нормального глаза.

1105. На оптической скамье собрана модель микроскопа. В качестве объектива взята линза с главным фокусным расстоянием 20 мм, в качестве окуляра — линза с главным фокусным расстоянием 50 мм. Предмет расположен на расстоянии 24 мм от объектива. На каком расстоянии от объектива нужно поместить окуляр, чтобы человек с нормальным зрением мог ясно видеть предмет? Чему будет равно увеличение микроскопа?

1106. Объектив и окуляр микроскопа, описанного в предыдущей задаче, раздвинули так, что расстояние между ними увеличилось вдвое. На каком расстоянии от объектива нужно поместить предмет, чтобы его можно было ясно видеть в микроскоп? Чему будет равно увеличение микроскопа в этом случае?

Телескоп.

1107. При телескопе с главным фокусным расстоянием объектива в 2,75 м имеется набор окуляров с главным фокусным расстоянием в 60, 25, 18 и 12½ мм. Какие увеличения можно получить с этими окулярами?

1108. На окуляре телескопа имеется пометка «увеличение в 50 раз, $F = 40$ мм». Чему равно главное фокусное расстояние объектива телескопа?

1109. Можно устроить самодельную астрономическую трубу, взяв вместо объектива круглое очковое стекло. Во сколько диоптрий нужно взять такое стекло, чтобы труба давала увеличение в 50 раз, если для окуляра взята лупа с главным фокусным расстоянием в 5 см?

1110. Планета Марс при наименьшем расстоянии от Земли имеет угловой диаметр 26". Каким увеличением должен обладать телескоп, чтобы Марс в него казался такой же величины, как Луна для невооружённого глаза?

1111. Небесные тела часто фотографируют, помещая пластинку в главном фокусе объектива телескопа. Какой диаметр будет иметь изображение Луны на фотографии, полученной при помощи большого рефлектора Пулковской обсерватории, главное фокусное расстояние которого 14 м?

1112. Если человек с нормальным зрением будет рассматривать Луну в большой телескоп Пулковской обсерватории, не пользуясь окулярами, то какое наибольшее угловое увеличение даст один только объектив телескопа?

§ 46. Дисперсия света. Волновая природа света.
ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

1113. Длина волны жёлтого света натрия в вакууме равна 588 $\mu\text{м}$. Сколько длин волн этого света уложится на протяжении 1 см ?

1114. Какому числу колебаний в секунду соответствуют длины волн в 800 $\mu\text{м}$ и 400 $\mu\text{м}$?

1115. Длина волны красной линии водорода в вакууме равна 656,3 $\mu\text{м}$. Найти длину волны этого же света в стекле, если коэффициент преломления стекла для данных лучей равен 1,6.

1116. Какого цвета должны казаться трава и листва деревьев, если смотреть через красное стекло?

1117. Белый луч света падает на поверхность воды под углом 75° . Чему равен угол между направлением крайних красных и крайних фиолетовых лучей в воде?

1118. На кронгласовую призму ABC (рис. 88) перпендикулярно грани AB падает белый луч света. Преломляющий угол призмы 30° .

Чему равен угол между направлением крайних красных и крайних фиолетовых лучей при выходе из призмы в воздух?

1119. На флинтгласовую призму падает белый луч света. Угол падения 45° . Преломляющий угол призмы 40° . Чему равен угол между направлением крайних крас-

ных и крайних фиолетовых лучей при выходе из призмы в воздух?

1120. На двойковыпуклую линзу падает пучок параллельных лучей. Если в фокусе крайних фиолетовых лучей поместить кусок белой бумаги, то на нём получится не точка, а разноцветный кружок. Указать, как будут расположены цвета на этом кружке, и вычислить его диаметр, если диаметр линзы 5 см , главное фокусное расстояние для крайних красных лучей 132 мм , а для крайних фиолетовых лучей 124 мм .

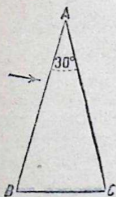


Рис. 88.

1121. Из лёгкого кронгласа сделана двояковыпуклая линза. Радиусы кривизны обеих поверхностей линзы одинаковы и равны 20 см. Определить расстояние между главными фокусами линзы для крайних красных и крайних фиолетовых лучей.

1122. Почему не могут интерферировать лучи, идущие от двух различных источников или даже от двух различных точек одного и того же источника?

1123. Два луча жёлтого цвета ($\lambda = 600 \text{ м}\mu$) сходятся в одной точке. Разность ходов этих лучей равна 0,3 мм. Что будет наблюдаться в точке схождения лучей?

1124. При опыте с зеркалом Френеля расстояние между двумя мнимыми изображениями источника монохроматического света составляло $a = 0,7 \text{ мм}$ (рис. 89). Расстояние MB_0 от изображения до экрана равнялось 2,26 м, расстояние d между двумя соседними светлыми интерференционными полосами 1,9 мм. Найти длину волны света источника.

1125. При помощи зеркала Френеля получили интерференционные полосы, пользуясь красным светом. Как изменится картина интерференционных полос, если воспользоваться фиолетовым светом?

1126. Явление интерференции света показывает, что при некоторых условиях два луча света, соединяясь вместе, «уничтожают» друг друга и дают темноту. С другой стороны, известно, что каждый луч несёт с собой некоторую энергию. Не противоречит ли явление интерференции закону сохранения энергии? Для выяснения вопроса разобрать какой-нибудь конкретный случай, например возникновение интерференционных полос в опыте Френеля.

1127. Как объясняются радужные полосы, наблюдаемые в тонком слое керосина, плавающего на поверхности воды?

1128. Явления дифракции объясняют, комбинируя принцип интерференции с некоторым другим принципом. Каким именно? В чём он состоит?

1129. Как объясняется возникновение радужных кругов, наблюдаемых вокруг уличных фонарей, если смотреть через слегка запотевшее стекло?

1130. Существует ли явление поляризации для звуковых волн?

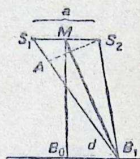


Рис. 89.

Повторительный отдел.

1131. Котлы Березниковского комбината работают на пылевидном топливе. При помощи особых дробилок уголь размалывается до такой степени, что на 1 см^2 помещается 4900 пылинок. Определить диаметр, объём и вес каждой пылинки. Удельный вес угля принять $1,5 \text{ Г/см}^3$. Форму пылинок считать шарообразной.

Не может ли при таком распылении твёрдое вещество (уголь) приобрести свойства жидкости? Не будет ли такой порошок течь, как вода, между пальцами?

Сравните со свойствами дыма.

1132. В военном деле и воздухоплавании употребляются особые резервуары для газов — так называемые переносные газгольдеры, оболочка которых состоит из прорезиненной материи; такая оболочка не должна пропускать газ, однако всегда происходит некоторая утечка, она составляет в среднем 5 л в сутки с каждого квадратного метра поверхности оболочки.

Как называется в физике такой процесс утечки? Чем он объясняется? Может ли при достаточном времени образоваться в газгольдере пустота? Не будет ли воздух входить внутрь резервуара? Какое влияние на быстроту утечки окажет повышение температуры?

1133. Газгольдер в 50 м^3 наполнен водородом под нормальным давлением. Вес оболочки 75 кг . Будет ли газгольдер самостоятельно подниматься в воздухе? Если нет, то какое усилие потребуется для его подъёма?

1134. Какой объём газа утечёт из газгольдера в течение часа? Данные об утечке взять из задачи 1132. Считать, что резервуар газгольдера имеет форму цилиндра с высотой 4 м и диаметром основания 6 м .

1135. На концах газгольдера сделаны отверстия диаметром в $0,4 \text{ м}$, через которые газ может выходить. С какой скоростью будет двигаться струя газа, если объём резервуара 120 м^3 и он освобождается от газа в течение 10 минут?

1136. При паровозе серии «Э» стоимость перевозки 1000 Т груза на 1 км составляет 16 коп.

Во что обойдётся каждый миллион килограммометров произведённой работы? Коэффициент тяги $0,002$.

1137. Элемент Лекланше с электродвижущей силой $1,5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $2 \text{ }\Omega$ соединён последовательно с аккумулятором, электродвижущая сила которого 2 В и внутреннее сопротивление $0,02 \text{ }\Omega$. Какова

будет сила тока, если батарея замкнута проволокой с сопротивлением $1,48 \Omega$?

1138. Два элемента с электродвижущими силами в 1 V и 2 V соединены параллельно (рис. 90). Что покажет вольтметр, присоединённый к точкам A и K ? Внутреннее сопротивление первого элемента $0,5 \Omega$, а второго $1,5 \Omega$.

1139. Сколько времени потребуется для выделения 1 л водорода при электролизе подкисленной воды, если сила тока составляет 5 A ? Температуру водорода принять равной 0° , а давление 760 мм .

1140. В бомбе, объём которой 50 л и давление 100 атмосфер, содержится кислород, температуру которого примем за 0° . Сколько времени пришлось бы пропускать ток силой в 7 A , чтобы получить путём электролиза такое же количество кислорода (удельный вес кислорода $0,0014$)?

1141. Во что обойдётся получение 1 л кислорода электролитическим способом, если пользоваться током силой 5 A при напряжении 110 V ? Стоимость одного гектоватт-часа $2,8$ коп.

1142. Электролиз подкисленной воды можно получить, пропуская через ванну разрядный ток конденсатора. Сколько таких разрядов необходимо произвести для выделения пузырька водорода в 10 мм^3 , если пользоваться конденсатором ёмкостью в 2 микрофарады и заряжать его от источника с напряжением в 100 V ? Электрохимический эквивалент водорода принять равным $0,01 \text{ мг/С}$.

1143. Даны два шарика массой 1 г каждый. Какой величины заряд должен иметь каждый шарик, чтобы сила взаимного отталкивания уравновесила силу ньютоновского притяжения?

1144. Обычно электрические нагревательные приборы конструируются на 110 V , между тем как в пригородных местностях часто в сети поддерживается напряжение в 220 V . Как проще всего выйти из затруднения в таком случае?

1145. Для нормальной работы электрического звонка нужно иметь гальванические элементы с электродвижущей силой в несколько вольт. Вместо этого часто пользуются осветительной сетью с напряжением в 110 V , включая звонок и последовательно с ним лампу для уменьшения силы тока. Почему в этом случае звонок

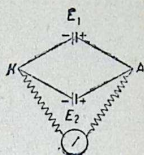


Рис. 90.

всё-таки портится быстрее (порче подвергается контакт у подвижной части)?

1146. В настоящее время у нас и за границей применяется электрический анализ отходящих газов топков и металлургических печей, основанный на различии теплопроводностей отдельных газов. Для этого накаливая ток на платиновую проволочку вводится в исследуемую смесь (поток отходящих газов) и наблюдается показание гальванометра, включённого в ту же цепь. Как изменится показание гальванометра, если в смеси начнут преобладать газы с большей теплопроводностью (например водород?). Отметить подробно последовательность в этих изменениях.

1147. В центральной радиолaborатории (ЦЛР) проф. Вологдиным конструируется особый тип электрической печи, схематически изображённой на рис. 91. Переменный ток пропускается по медной трубке *A*, находящейся на наружной поверхности тигля *B* из огнеупорного материала. В тигле находится подвергающаяся плавке сталь. Почему при пропускании тока по наружному проводу нагревается содержимое тигля? На каком явлении и законе это основано? Как называются получающиеся здесь токи? Указать направление по отношению к оси тигля.

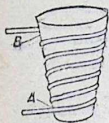


Рис. 91.

1148. Трамвай весом $15 T$ движется со скоростью 10 м/сек ; при остановке электрическим тормозом обмотки моторов разъединяются с сетью и замыкаются на себя. Почему это вызывает торможение? Во что превращается кинетическая энергия трамвая? Помня, что его кинетическая энергия получилась от затраты электрической энергии, рассчитать стоимость торможения трамвая. Гектоватт-час стоит 2 коп.

1149. Трамвай весом $22,5 T$ идёт сначала по горизонтальному пути со скоростью 10 м/сек ; затем в гору, уклон которой $0,03$, со скоростью 5 м/сек . Рассчитать силу тока в первом и втором случаях, если коэффициент трения равен $0,01$. Напряжение трамвайной сети 500 В . Коэффициент полезного действия трамвайного мотора (считая и передачу к колесу) принять равным 75% .

1150. Для перевозки грузов на перронах станций или на территории заводов часто применяется электрокар — тележка,двигающаяся от мотора постоянного тока. Источником тока служит батарея аккумуляторов, уста-

новленная на платформе тележки. Сколько щелочных аккумуляторов нужно взять и как их соединить, если каждый допускает силу тока не более 10 А. Мотор имеет мощность 0,6 кВт и требует напряжения в 30 В. Электродвижущая сила щелочного аккумулятора 1,2 В. Внутренним сопротивлением пренебречь.

1151. Во что обойдётся электрическая энергия, нужная для работы электрокара (задача 1150) в течение 1 часа, если для этого требуется зарядка батареи щелочных аккумуляторов током в 16 А при напряжении 55 В в течение 1,5 часа? 1 ректоватт-час стоит 1,6 коп.

1152. Для питания электропоездов в СССР принят как стандарт постоянный ток. Так, на участке Москва — Мытищи пользуются током с напряжением 1500 В. В каждом поезде из трёх вагонов установлены 4 мотора по 150 кВт каждый. Средняя скорость движения 12 м/сек. Найти по этим данным силу тока, получаемую от линии, и силу тяги, развиваемую электропоездом.

1153. В некоторых странах (Германия, Швеция) пользуются для электрификации железнодорожного транспорта не постоянным, а переменным током. Не оказывает ли такая магистраль какого-нибудь влияния на соседние телеграфные и телефонные провода. Если оказывает, то на каком физическом законе основано это действие?

1154. Обычный трамвайный провод подвешен между двумя столбиками и по необходимости даёт провисание. При таких условиях дуга не всегда одинаково нажимает на провод и может даже на время совсем от него отделяться. Что должно произойти в этот момент?

1155. Всмотриваясь (рис. 92) в воздушный провод электрифицированной линии Москва — Мытищи, замечаем, что он состоит из троса, к которому на особых подвесах присоединена медная проволока (так называемый контактный провод), по которой собственно и пропускается электрический ток.

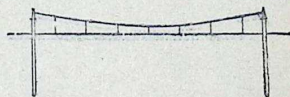


Рис. 92.

Объяснить цель такого устройства.

1156. Ежедневно горят 100 ламп по 6 часов. Напряжение в лампах 110 В, сила тока 0,5 А на лампочку. Машина находится на расстоянии 100 м; провода сделаны из медной проволоки сечением 17 мм². Коэффициент полезного действия динамомашин 90%, а двигателя динамо

30%. Определить ежедневный расход бензина в двигателе.

1157. Динамомашинa, развивающая во внешней цепи мощность 20 kW с напряжением на зажимах 200 V, подаёт ток к месту потребления по проводам с сопротивлением 0,8 Ω . Во что обойдётся потеря энергии в соединительных проводах на каждый киловатт-час, отданный машиной при данных условиях работы, если 1 kWh оплачивается по 28 коп.? Допустима ли установка с такой оплатой по транспортированию электроэнергии?

1158. Машина той же мощности, как и в предыдущей задаче, но с высоким напряжением — в 10 000 V, передаёт ток по тем же проводам. Сделать для этого случая аналогичный расчёт стоимости энергии, выделенной в соединительных проводах, при отдаче машиной 1 kWh.

1159. Выяснив в двух предыдущих задачах преимущество высокого напряжения перед низким при передаче энергии, ответить на следующие вопросы:

1) При каких расстояниях передачи, больших или маленьких, сказывается это различие наиболее резко?

2) С каким током, постоянным или переменным, легче всего можно произвести нужные изменения напряжения?

3) Можно ли непосредственно пользоваться током высокого напряжения?

4) При помощи какого прибора можно понизить напряжение?

1160. Передача электрической энергии от станции к месту потребления производится при помощи двух трансформаторов: одного — повышающего, на станции А, другого — понижающего, на месте потребления В. Рассчитать коэффициент полезного действия всей установки, если коэффициент полезного действия каждого трансформатора 90%, а в проводах, соединяющих оба пункта, тратится 5% энергии, подводимой к первому трансформатору.

1161. Мощность Московской теплоэлектроцентрали проектирована в 150 000 kW. Определить, пользуясь приведённой ниже таблицей, мощность отдаваемой ею электроэнергии и число больших калорий, которые можно извлечь ежесекундно из её теплофикационной сети. Можно ли эту последнюю величину назвать мощностью?

1162. Основываясь на нижеприведённой таблице, подсчитать, сколько жилых квартир можно будет отопить от такой станции, если каждая квартира для поддержания в ней жилой температуры требует в сутки 100 000 ккал (считать, что станция будет развивать указанную мощность в течение круглых суток).

1163. Промышленное потребление тепла в Москве составляет около 1 200 000 мега-калорий в год (1 мега-калория равна 10^6 кал.).

Приняв данные о мощности Московской электростанции (см. предыдущую задачу) и тепловом балансе в таких установках (см. таблицу), подсчитать, может ли хватить одной станции для обслуживания теплом всей московской промышленности.

Распределение тепла в процентах.

В конденсационной станции:	В теплоэлектростанции:
Потери в котле 20	Потери в котле 20
Прочие потери 3	Прочие потери 8
На электроэнергию . . . 22	На электроэнергию 15
Потери в конденсаторе 55	На производство и бытовые нужды 57
100	100

ПРИЛОЖЕНИЯ

ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.

Таблица I. Удельные веса различных веществ.

(в граммах на кубический сантиметр, или в килограммах на кубический дециметр, или в тоннах на кубический метр).

Твёрдые тела		Жидкости	
Алюминий	2,7	Вода (4°)	1
Дуб	0,7	Морская вода	1,03
Железо	7,8	Глицерин	1,26
Золото	19,3	Бензин	} 0,8
Кирпич	1,6	Керосин	
Латунь	8,5	Нефть	} 13,6
Лёд	0,9	Ртуть (0°)	
Медь	8,9	Серная кислота (крепкая)	1,8
Мрамор	2,7	Спирт	0,79
Никель	8,8	Эфир	0,72
Никелин	8,8	Насыщенный раствор медного купороса	1,1
Олово	7,3		
Платина	21,5	Газы	
Пробка	0,2	Азот	0,00125
Свинец	11,3	Водород	0,00009
Серебро	10,5	Воздух	0,0013
Сосна	0,5	Кислород	0,00142
Сталь	7,8	Углекислый газ	0,00197
Стекло	2,5		
Цинк	7,1		
Чугун	7,0		

Таблица II. Модуль Юнга для некоторых материалов.

Материал	Модуль Юнга в кг/мм ²	Материал	Модуль Юнга в кг/мм ²
Сталь	22 000	Медь, латунь	10 000
Железо	20 000	Алюминий	7 000

Таблица III. Удельные теплоёмкости.

(в малых калориях на грамм или в больших калориях на килограмм).

Твёрдые тела

Алюминий	0,22	Медь	0,09	Сера	0,17
Железо (чугун)	0,11	Никель	0,11	Серебро	0,06
Золото	0,03	Олово	0,06	Стекло	0,2
Латунь	0,09	Платина	0,03	Цинк	0,09
Лёд	0,5	Свинец	0,03		

Жидкости

Вода	1
Керосин	0,51
Ртуть	0,03
Спирт	0,58
Эфир	0,56

Газы при постоянном давлении

Водород	3,4
Гелий	1,25
Воздух	0,24
Кислород	0,22
Водяной пар	0,48

Таблица IV. Теплотворная способность.

(в малых калориях на грамм или в больших калориях на килограмм).

Дрова	3200	Древесный уголь	8 000
Торф	3500	Бензин	} 11 000
Каменный уголь	7000	Керосин	
Спирт	7200	Нефть	

Таблица V. Коэффициент линейного расширения твёрдых тел.

Алюминий	0,000022	Олово	0,000023
Железо (сталь)	0,000012	Платина	0,000009
Золото	0,000014	Свинец	0,000029
Латунь	0,000020	Серебро	0,000019
Лёд	0,000051	Стекло	0,000009
Медь	0,000017	Цинк	0,000029

Таблица VI. Коэффициент объёмного расширения жидкостей.

Вода	0,00018	Спирт	0,0011
Керосин	0,00100	Серная кислота	0,0006
Ртуть	0,00018	Эфир	0,0016

Таблица VII. Температура и теплота плавления.

(в малых калориях на грамм или в больших калориях на килограмм).

Вещество	Температура плавления	Теплота плавления	Вещество	Температура плавления	Теплота плавления
Алюминий	658	90	Платина	1764	27
Железо	1520	49	Ртуть	-39	3
Лёд	0	80	Свинец	327	5
Медь	1084	42	Цинк	419	28
Олово	232	14	Чугун	1165	23

Таблица VIII. Температура кипения и теплота парообразования при нормальных условиях.

(в малых калориях на грамм или в больших калориях на килограмм).

Вещество	Вода	Ртуть	Спирт	Эфир
Температура кипения . . .	100	357	78	35
Теплота парообразования .	539	68	205	85

Таблица IX. Упругость насыщенных паров и количество их в граммах в 1 м³.

Температура в °С	Упругость в мм ртутного столба	Вес в 1 м ³ в Г	Температура в °С	Упругость в мм ртутного столба	Вес в 1 м ³ в Г	Температура в °С	Упругость в мм ртутного столба	Вес в 1 м ³ в Г
-10	2,05	2,14	4	6,1	6,4	18	15,5	15,4
-9	2,13	2,33	5	6,6	6,8	19	16,5	16,3
-8	2,32	2,54	6	7,0	7,3	20	17,5	17,3
-7	2,53	2,76	7	7,5	7,8	21	18,7	18,3
-6	2,76	2,99	8	8,0	8,3	22	19,8	19,4
-5	3,01	3,24	9	8,6	8,8	23	21,1	20,6
-4	3,28	3,51	10	9,2	9,4	24	22,4	21,8
-3	3,57	3,81	11	9,8	10,0	25	23,8	23,0
-2	3,68	4,13	12	10,5	10,7	26	25,2	24,4
-1	4,22	4,47	13	11,2	11,4	27	26,7	25,8
0	4,58	4,84	14	12,0	12,1	28	28,4	27,2
1	4,9	5,2	15	12,8	12,8	29	30,1	28,7
2	5,3	5,6	16	13,6	13,6			
3	5,7	6,0	17	14,5	14,5			

Таблица X. Удельные сопротивления проводников в омах.

(проводники взяты в виде проволоки длиной в 1 м и поперечным сечением в 1 мм²).

Металлы

Алюминий	0,029
Вольфрам	0,560
Свинец	0,21
Серебро	0,016
Железо	0,1
Медь	0,017

Сплавы

Констант	0,5
Манганин	0,43
Нейзильбер	0,3
Никелин	0,4
Нихром	1,1
Инвар	0,8

Таблица XI. Потребляемые мощности на свечу современными электрическими лампами при напряжении 120 V.

Газополные лампы

Сила света в свечах	Потребляемая мощность на свечу в ваттах	Потребляемая лампой мощность в ваттах
38,5	1,3	50
68	1,1	75
100	1,0	100
286	0,85	200
375	0,8	300

Пустотные лампы потребляют мощность в среднем 1,2 W на свечу.

Таблица XII. Для вычисления коэффициента самоиндукции катушек.

Диаметр Длина	Коэффициент K	Диаметр Длина	Коэффициент K	Диаметр Длина	Коэффициент K
0,00	1,000	0,65	0,775	2,00	0,526
0,05	0,979	0,70	0,761	2,50	0,472
0,10	0,959	0,75	0,748	3,00	0,429
0,15	0,939	0,80	0,735	3,50	0,394
0,20	0,920	0,85	0,723	4,00	0,365
0,25	0,902	0,90	0,711	4,50	0,341
0,30	0,884	0,95	0,700	5,00	0,320
0,35	0,867	1,00	0,688	6,00	0,285
0,40	0,850	1,10	0,667	7,00	0,258
0,45	0,834	1,20	0,648	8,00	0,237
0,50	0,818	1,40	0,611	9,00	0,219
0,55	0,803	1,60	0,580	10,00	0,203
0,60	0,789	1,80	0,551		

Таблица XIII. Диэлектрические постоянные некоторых веществ.

Керосин	2	Слюда	6
Парафин	2	Стекло	4—7
Парафинированная бумага	1,8		

Таблица XIV. Электрохимические эквиваленты различных веществ

(в миллиграммах на кулон).

Алюминий	0,093	Медь	0,33	Цинк	0,34
Золото	0,58	Никель	0,30	Водород	0,01044
Калий	0,41	Серебро	1,12	Кислород	0,0829

Таблица XV. Атомные веса и валентности различных веществ.

Вещество	Атомный вес	Валентность	Химический эквивалент	Вещество	Атомный вес	Валентность	Химический эквивалент
Водород . .	1,008	1	1,008	Медь . . .	63,6	2	31,8
Серебро . .	107,9	1	107,9	Никель . .	58,7	2	29,35

Таблица XVI. Гальванические элементы.

Название	Анод	Жидкости	Катод	Эл.-двиг. сила
Элемент Лекляше	Уголь, Деполяризатор — перекись марганца	Раствор нашатыря	Цинк	1,5 V
Элемент Грене	Уголь	Раствор двухромового калия (окисляющий водород, служит деполяризатором)	"	Около 2 V
Элемент Даниэля	Медь	Раствор медного купороса		1,1 V
Свинцовый аккумулятор	Перекись свинца	Раствор цинкового купороса Раствор серной кислоты	Губчатый свинец	2 V

Таблица XV. Абсолютные показатели преломления некоторых веществ

(для средней части спектра).

Воздух	1,0003	Кронглас (лёгкий)	1,5
Лёд	1,31	Флинтглас (тяжёлый)	1,9
Вода	1,33	Сероуглерод	1,63
Масло	1,6	Алмаз	2,42

Таблица XVIII. Коэффициенты преломления воды и стекла для некоторых цветных лучей.

Цвет лучей	Длина волны в μ	Коэффициенты преломления		
		вода	лёгкий кровглз	очень тяжёлый флантглз
Крайние красные	768	1,330	1,499	1,897
Жёлтые (цвет паров натрия)	589	1,333	1,504	1,923
Крайние фиолетовые	405	1,344	1,517	2,008

ВВЕДЕНИЕ.

§ 2.

1. 7,8 Г/см³.
2. 7,8 Г/см³.
3. 133,5 Г.
4. Может.
5. 4,2 кг.
6. 22,4 кг.
7. 156 кг.
8. 520.
9. 1050.
10. 5,34 кг.
11. ≈ 0,65 мм.
12. ≈ 103 625 руб.;
≈ 518 100 руб.
13. ≈ 6015 Г.
14. ≈ 1111 см³.
15. ≈ 12,7 кг.
16. ≈ 3,07 л.
17. 84,78 кг.
18. 10 см³.
19. ≈ 66,5 см³.
20. 1575 г.
21. 480 т.
22. ≈ 3,18 м.
23. 125 Г.
24. 237 Г.
25. Дуб и чугуи.
26. В стакане со спир-
том уровень выше
на 1,68 см.

27. ≈ 0,7 л.
28. 0,02 мм.
29. 11 р. 73 к.
30. 30 дм².
31. ≈ 2 р. 80 к.
32. ≈ 19,6 кг.
33. ≈ 35,6 кг.
34. ≈ 1,5 см.
35. ≈ 1 м.
36. ≈ 2,5 кг.
37. 8,3 Г/см³.
38. ≈ 27 Г.
39. ≈ 28% золота;
≈ 72% серебра.
40. ≈ 9 мм.
41. 0,0013 Г/см³.
42. Углекислый газ.

52. Работа в обонх
случаях 840 кгм;
мощности:
24 кгм/сек и
84 кгм/сек,
≈ 1,1 л. с.
53. ≈ 380 л. с.
54. 270 000 кгм.
55. 40 сек.
56. 1500 кг.
57. 1100 кг.
58. 0,008.
59. 32 кг.
60. ≈ 20 кг.
61. 5 кг.
62. 2,5 м.
63. 30 л. с.
64. 500 Т.
65. ≈ 0,13 л. с.
66. ≈ 86% не завн-
сит.
67. 80%.
68. 12,5 л. с.
69. ≈ 1200 л.
70. 0,24 м/сек.
71. 194,4 Т.
72. ≈ 181 л. с.

§ 3.

43. ≈ 1,1 м/сек.
44. 54 км/час.
45. ≈ 0,0035 см/сек.
46. 2 000 кгм
47. 0,06 кгм.
48. 27 000 000 кгм.
49. 588 кгм и
1038 кгм.
50. 3900 кгм.
51. 60 кгм/сек или
0,8 л. с.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Глава I.

§ 4.

73. 1,5 Г/см².
74. 80 Т.
75. 0,02 мм².
76. 500 Г/см²; 2 Г/см².
77. 0,4 кг/см²;
10 кг/см².
78. 0,8 кг/см².
79. 2 Т/см².
80. 1,5 Т/см².

§ 5.

81. 10 кг/мм².
82. ≈ 9,6 кг/мм².
83. 0,0025.
84. 0,4 мм.
85. 9000 кг/мм².
86. 0,0023.
87. 1,67 кг/мм².
88. 0,1 кг/мм².
89. 0,05 кгм.
90. 2/3 мм.
92. 3140 кг.

§ 6.

93. 177 м.
94. 62,5 м.
95. 12,5 Т.
96. 100 кг.
97. 250 кг.
98. 0,2 см.
99. 800 раз.
100. 2 см.
101. 10 Т; 1 мм.
107. 0,24 кгм.
108. 2 л. с.

104. 75 ходов.
 105. 2,37 кг.
 106. 7,28 м.
 107. 7,2 кг.
 108. 5,76 кг; 8,64 кг.
 109. Не оторвется.
 110. На верхнюю грань 10 кг, на нижнюю грань 15 кг; для удержания в данных условиях нужна сила в 2 кг направленной вниз.
 111. На верхнюю грань 10,3 кг и 8 кг; на нижнюю грань 15,45 кг и 12 кг; для удержания нужна сила, направленная вниз, в морской воде 2,15 кг; в керосине 1 кг.
 112. Давления одинаковые.
 113. 2 см.
 114. 1,44 см.
 115. $\approx 23,7$ см.
 116. $\approx 12,2$ мм.
- § 7.
117. 19,76 Т.
 118. $\approx 13,8$ Т.
 119. $\approx 9,7$ атмосферы.
 120. $\approx 48,4$ атмосферы
 121. ≈ 353 кг.
 122. $\approx 321,8$ кг.
 123. ≈ 6 мм ртутного столба.
 124. ≈ 763 мм ртутного столба.
 125. 10,27 м;
 12,08 м.
 126. 34 Г/см².
 127. ≈ 755 мм ртутного столба.
 128. Поднимется;
 5,2 кг.
 129. $\approx 2,15$ атмосферы.

130. $\approx 721,7$ мм ртутного столба.
 131. 1107,6 мм;
 $\approx 1,506$ кг/см².
 132. 23,81 м.
 133. 20,2 м.
 134. 218 м.
 135. ≈ 741 мм ртутного столба.
 136. \approx в 11 раз.
 137. 978,5 кг/см²;
 ≈ 947 атмосфер.
 138. ≈ 500 м.
 139. $\approx 734,3$ мм ртутного столба.
 140. ≈ 250 м.
 141. ≈ 25000 т.
 142. ≈ 600 м.
 143. ≈ 690 мм ртутного столба.
 144. 773 мм ртутного столба.
- § 8.
145. 7,8 г/см³.
 146. 312 г; 272 г;
 280 г.
 147. 3471,8 кг.
 148. 78 кг.
 149. 890 г; 790 г.
 150. 1,05 кг; 971 г.
 151. 2,15 г/см³.
 152. 2,2 г/см³.
 153. 0,8 г/см³.
 154. 160 г; 120 г.
 155. 0,24 г/см³.
 156. 0,96 г/см³.
 157. Серебра 210 г,
 меди 35,6 г.
 158. 90,5 г и 80,5 г.
 159. Золота ≈ 96 г;
 серебра ≈ 204 г.
 160. Не содержит.
 161. $\approx 0,57$.
 162. Уд. вес тела
 0,25 г/см³,
 камня 2 г/см³.
 163. 13,3 дм².
 164. 6180 т.
 165. 69,3 см, 71,4 см.
 166. ≈ 72 г.
 167. 11,013 кг.
 168. 968 кг.
 169. 100 м³.
 170. 1000 кг.

171. Если разновески и взвешиваемое тело имеют одинаковый удельный вес.

Глава II.

§ 9.

172. 558 ккал.
 173. 588 000 ккал.
 174. 4°.
 175. 2 кг.
 176. 37,8 кал.
 177. $\approx 6,2$ ккал.
 206,4 ккал.
 178. 0,8 ккал/град.
 0,2 $\frac{\text{ккал}}{\text{кг/град}}$.
179. $\approx 0,63$ ккал/град;
 $\approx 0,8$ ккал/град;
 $\approx 0,86$ ккал/град;
 180. $\approx 0,09$ ккал/град;
 181. 0,03.
 182. -12° .
 183. $\approx -20^\circ$.
 184. $\approx 455^\circ$.
 185. 2 кг.
 186. 22,5°.
 187. 95°.
 188. 90 л.
 189. 192 л; 128 л.
 190. $\approx 0,03$ ккал/г.град.
 191. $\approx 0,11$ ккал/г.град.
 192. 2 кг.
 193. $\approx 527^\circ$.
 194. $\approx 54,3^\circ$.
 195. $\approx 29,1^\circ$.
 196. 0,83°.
 197. $\approx 15,3^\circ$.
 198. $\approx 16,6$ ккал/град.
 199. $\approx 0,22$ ккал/г.град.
 200. 720 кал.,
 40 ккал/град.
 201. 40°.
 202. 627 г.
 203. $\approx 22,8^\circ$.
- § 10.
204. 33°.
 205. 27,5 кг.

206. 2,53 т.
 207. 25 кг.
 208. 23⁰/₁₀.
 209. 100 г; 9 г.
 210. 13,5 кг;
 ≈ 0,29 кг.
 211. 100 г.
 212. ≈ 11,71 кал.
 213. 9821 кгм,
 214. ≈ 1°.
 215. ≈ 0,02°.
 216. ≈ 4,2 ккал.
 217. ≈ 1,05°.
 218. ≈ 47°.
 219. ≈ 4800 ккал;
 ≈ 1 л. с.
 220. ≈ 3523 кгм;
 ≈ 0,4 л. с.
 221. ≈ 13°; ≈ 0,17 г..
 222. ≈ 110 л. с.
 223. ≈ 192 г.
 224. Для двигателя
 Дизеля ≈ 1 коп;
 для паровой
 машины
 ≈ 2,5 коп.
 225. ≈ 12⁰/₁₀.
 226. ≈ 53 вагона.
 227. ≈ 1350 кг.
 228. ≈ 94,2 г;
 ≈ 2 л. с.
 229. ≈ 10 л. с;
 ≈ 45 кг.
 230. ≈ 161,7 кг.
 231. ≈ 277 кг.
 232. ≈ 2,2 г.
 233. ≈ 7,00 ккал/кг.
 234. ≈ 9,3 мин;
 ≈ 3 кг.

§ 11.

240. 1,2 см.
 241. 2,16 см.
 242. 55,5 м.
 24. 30,012 см.
 244. 2 м.
 245. 0,5 мм.
 246. 39,98 м.
 247. 74,64 см.
 248. 118°.

249. ≈ 419°.
 250. 0,000029.
 251. ≈ 390°.
 252. ≈ 0,000020.
 253. 50°.
 254. ≈ 900°.
 255. 640°.
 256. 3 см.
 257. ≈ 5740 кал.
 253. 7,2 см².
 259. 120,48 см².
 260. 52 800 кг.
 261. 14 400 кг.
 262. ≈ 12,5 см³.
 263. 1,04 л.
 264. ≈ 18 см³.
 265. 10°.
 266. — 182.
 267. 0,00018.
 268. ≈ 4 см³.
 269. ≈ 34,5°; ≈ 35,8°.
 270. ≈ 162 ккал.
 271. ≈ 7,5 г/см³.
 272. 13,633 г/см³.
 273. ≈ 0,79 г/см³.
 274. ≈ 236 см³.
 275. ≈ 7,7 кг.
 276. ≈ 0,001.
 277. 118,3 кг.
 278. ≈ 10 кг.
 279. ≈ 85,6°.
 ≈ 1204 см³.
 280. ≈ 0,00018.
 281. ≈ 2,7 см.
 282. 100°.

§ 12.

283. 32 ккал.
 284. 432 ккал.
 285. 295 ккал.
 286. 2 кг.
 287. 0°.
 288. 214,5 ккал.
 289. 797,5 ккал.
 290. Железо, свинец.
 291. ≈ 253 г.
 292. 318 кг; ≈ 42 дм³.
 293. ≈ 13,6 кал/г.
 294. 175 кг.
 295. Весь лёд растает.
 296. ≈ 6300 м.
 297. ≈ 82 г.
 298. 1200.
 299. 120 м².
 300. 73,5 т.

311. ≈ 131 кг.
 302. 15⁰/₁₀.
 303. ≈ 15,4 т.
 304. ≈ 0,9 кг.
 305. ≈ 0,035 кг.
 306. 14,39 ккал.
 307. 30 мин.
 308. Для спирта
 ≈ 19,082 ккал;
 для эфира
 ≈ 6,926 ккал.
 309. ≈ 90,5 г.
 310. 10,2 кг.
 311. 30°.
 312. ≈ 539 ккал/кг.
 313. 72,15 ккал.
 314. 2 400 000 ккал; 5°.
 315. ≈ 15 г.
 316. ≈ 50,8 кг.
 317. 876,5°.
 318. 3,6 кг.
 319. ≈ 208 кал/г.
 320. 17,2 кг.
 321. ≈ 8°.
 322. ≈ 68 000 кгм.
 323. ≈ 5 340 000 кгм.
 324. ≈ 33,3 кг.
 325. 14 кг.
 326. ≈ 22,4 м; ≈ 0,8
 л. с.
 327. ≈ 16 кг.
 328. ≈ 120 г.
 329. ≈ 12 г.
 330. ≈ 330 кг.
 331. ≈ 11,5 кг.

§ 13.

332. 5,2 л.
 333. 116,9 см ртутного
 столба.
 334. 1,5 атмосферы.
 335. ≈ 25.
 336. ≈ 2,7 кг.
 337. 800,84 л.
 338. 424,2 кг.
 339. 10,33 м.
 340. ≈ 750 мм ртут-
 ного столба.
 341. ≈ 630 см³.
 342. ≈ 20 мм ртут-
 ного столба.
 343. 1,42 кг.
 344. 48 л.
 345. 18 час.
 346. 2,311 л.

347. 11,775 л.
 348. 13,29 л; 17,28 г.
 349. $\approx 27^\circ$.
 350. ≈ 803 мм ртутного столба.
 351. 0,000096 г/см³
 352. 147,4 см ртутного столба.
 353. ≈ 116 кг.

354. 54,6°.
 355. 81,87 л.
 356. -7° .

§ 14.

357. 1,215 кг; 540/0
 358. 6,54 г.
 359. 1,879 кг.

360. Уменьшилось бы на $\approx 3,5$ мм ртутного столба.
 361. 2,286 кг.
 362. 7,64 г.
 363. Ниже 12°.
 364. Была; 2,44 г.
 365. $\approx 749,8$ мм ртутного столба.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Глава I.

§ 15.

366. 80 кг.
 367. 112 кг.
 368. 6, 3, 1.
 369. 40 кг приложено между силами на расстоянии 10 см от большей силы.
 370. 30 кг приложено между силами на расстоянии 30 см от меньшей силы.
 371. 48 кг и 16 кг.
 372. 60 Т и 15 Т.
 373. 30 кг действует в сторону меньшей силы и лежит за большей силой на расстоянии 50 см от неё.
 374. На А — 2000 кг вверх, на В — 2500 кг вниз
 375. На А — 200 кг вниз, на В — 1800 кг вниз.
 376. На С — 720 кг вниз, на AD — 480 кг вверх.
 377. На расстоянии 25 см от центра шара в 3 кг.
 378. На расстоянии 80 см от конца А.
 379. 6 кг.
 380. 4520 и 8520 кг.
 381. 1 м.
 382. На расстоянии 9,25 см от левого конца.

383. На расстоянии $\approx 9,3$ см от левого края.
 384. На расстоянии $\approx 9,6$ см от левого края.
 385. На расстоянии $\approx 7,3$ см от среднего конца.

§ 16.

387. 120°.
 388. 0.
 389. 20 кг.
 390. 40 кг; 200 кг.
 391. 240 кг.
 392. 40 кг; 50 кг.
 393. 450 кг; 600 кг.
 394. Натяжение шнура АВ равно 0,5 кг, шнура ВС $\approx 0,3$ кг.
 395. 120 кг и 150 кг.
 396. ≈ 7 кг.
 397. 18 кг.
 398. 100 кг;
 $\approx 99,5$ кг.
 399. ≈ 3240 кг и ≈ 810 кг.

§ 17.

400. Будет вращаться против часовой стрелки; $\approx 2,14$ кг.
 401. На расстоянии 1,5 м от силы в 8 кг.
 402. 37,47 Г; 0,03 Г.
 403. 35 кг.
 404. 125 Г.
 405. Будет вращаться против движения

часовой стрелки; 5 кг.

406. 30 кг; 10 кг/м/сек.
 407. 16 кг.
 408. 13 кг и 21 кг.
 409. 48 см.
 410. 5 рабочих; 120 кг/м.
 411. 360 кг, в 6 раз, 5 раз, 30 раз.
 412. $\approx 8,3$ кг.
 413. 36 кг.
 414. 50 кг.
 415. $\approx 56,8$ кг.
 416. 15 кг.
 417. 3 т.
 418. На стенку ВС — 1,2 кг, на дно АВ — 1,6 кг.
 419. 33 кг; 15 кг.
 420. 0,4 кг.
 421. 87,6 кг.
 422. 360 кг/м; ≈ 536 кг/м; $\approx 670/0$.
 423. $\approx 0,1$; $\approx 780/0$.
 424. 1,4 кг.
 425. $h = kb$;

$$k = \frac{h}{b} = \operatorname{tg} \alpha,$$

где α — угол наклона плоскости.

426. 400 л. с.
 427. 0,006.
 428. 36 км/час.
 429. $\approx 17,6$ кг.
 430. 80 кг.
 431. ≈ 1400 кг; 2000 кг.
 432. 4 рабочих; 2400 кг/м.
 433. 160 кг; да; уменьшится на 32 кг.

435. 4 блока.
 436. $\approx 750 \frac{1}{с}$; 0,5 м.
 437. 10 кг.
 438. 175 г.
 439. 102 кг; ≈ 167 кг.
 440. 3,6 кг.
 441. 25 кг.
 442. В 3 раза.
 443. 6 кг; 12 кгм/сек.
 444. 200 кг.
 445. $\approx 182,4$ кг.

$$446. F = \frac{P(r_1 - r_2)}{2R} = 2,5 \text{ кг.}$$

447. 60.

448. 3 кг.

$$449. F = \frac{r_1 r_2}{R_1 R_2} \cdot P = 12,8 \text{ кг.}$$

450. $\approx 7,64$ кг;
 ≈ 19 кг.

451. $\approx 420 \frac{1}{с}$.

452. ≈ 63 раза.

453. ≈ 2000 кг.

$$454. F = \frac{Pr}{zR} = 0,4 \text{ кг.}$$

455. $\approx 4,8$ кг.

Глава II.

§ 18.

456. 72 км/час.
 457. 1980 м; 660 м/сек.
 458. 30 сек.; 150 м;
 60 м.
 459. 1 м/сек.
 460. 1,25 м/сек².
 461. 32,4 м, 7,8 м/сек.
 462. 20 м/сек.
 463. 0,8 м/сек², 50 м.
 464. ≈ 500000 м/сек²
 $\approx 0,0007$ сек.
 465. 0,25 м/сек².
 466. 0,5 м/сек².
 467. 2 м, 40 с.; 8 м/сек.
 468. 1 м/сек²; 12 м/сек.
 469. ≈ 4 м, 40 с.;
 0,054 м/сек².
 470. 0,002 сек;
 300000 м/сек².
 471. 180 м.
 472. ≈ 590 м/сек.
 473. Через 1 мин.
 474. Через 12,5 сек.
 475. 40 см/сек².

476. 0,4 м/сек²; 180 м.
 477. 0,25 м/сек²;
 40 сек.
 478. 0,005 сек.
 120000 м/сек.
 479. 122,5 м; 49 м/сек.
 480. 122,5 м; 49 м/сек.
 481. 19,6 м.
 482. 20 сек.; 196 м/сек.
 483. 19,6 м/сек.
 484. 15 ударов.
 485. 63,7 м; 93,1 м.
 486. $\approx 0,5$ сек.
 487. $\approx 72,6$ м.
 488. $\approx 3,7$ м.
 489. В $\sqrt{2} = 1,41$ раза.

§ 19.

490. 25,12 рад/сек.
 491. $\approx 0,000073$
 рад/сек.
 492. 1500 оборотов.
 493. 75,36 сек.;
 ≈ 123 сек.
 494. 1,05 рад/сек².
 75 оборотов.
 495. 13,3 рад/сек²;
 7,5 к.
 496. 120 об/мин.
 497. 2500 об/сек.
 498. ≈ 260 м/сек.
 499. ≈ 1200 об/мин.
 500. 0,94 м/сек.
 501. $\approx 21,7$ км/час.

§ 20.

502. 34 сек.
 503. 3 часа и 4 часа.
 504. 25,6 м.
 505. 5 м/сек.
 506. 45°.
 507. $\approx 7,2$ м.
 508. 450 м/сек.
 509. Ось самолёта
 должна быть от-
 клонена от на-
 правления на се-
 вер к востоку на
 $\approx 19^\circ$; 2 часа.
 510. 196 мм; 120 м.
 511. 1400 м.
 512. 20 сек.; 1000 м.
 513. 10 м.
 514. $\approx 4^\circ$.
 515. ≈ 520 м/сек.
 516. $\approx 0,34$ м.

517. $\approx 11,4$ км.
 518. $\approx 60^\circ$.
 519. $\approx 32,4$ м; 30 м.
 520. $\approx 18,1$ м.

Глава III.

§ 21.

521. $\approx 0,07$ м/сек²;
 $\approx 0,7$ м/сек.
 522. 0,5 м/сек²; 10 кг.
 523. 0,4 технические
 единицы массы,
 или 3,92 кг массы.
 524. 0,02 м/сек².
 525. $\approx 11,02$ кг.
 526. ≈ 20 см/сек²;
 3 сек.; 60 см/сек.
 527. 1 г.
 528. 981,6 см/сек².
 529. ≈ 980000 кг.
 530. 260 кг.
 531. 148,8 кг.
 532. 0,25 м/сек²;
 2550 кг.
 533. 200 кг.
 534. ≈ 900 атмосфер.
 535. 0,43.
 536. $\approx 0,01$.
 537. $\approx 1,4$ сек.
 538. $\approx 0,35$.
 539. ≈ 120 л. с.
 540. 309 кгм.
 541. ≈ 14 л. с.
 542. ≈ 270 л. с.
 543. ≈ 800 л. с.
 544. 0,5 м/сек²; 25 кг.
 545. 4 м/сек²; $\approx 0,4$.
 546. 10000 кг;
 2000000 кгм.
 547. ≈ 392 кг.
 548. а) 5580 кг.
 в) $\approx 3,7$ см/сек²;
 г) $\approx 0,2$ см/сек².
 549. 3 м/сек. $\approx 1,53$ м.
 550. 588 м/сек.
 551. 6 м/сек в обрат-
 ном направлении.
 552. $\approx 1,93$ м/сек.
 553. ≈ 332 м/сек.
 554. 490 м/сек.
 555. 7,3 кгм.
 556. ≈ 377 кгм; $\approx 0,01$
 гектоватт-часа.
 557. 1) м/сек.

558. 39,2 кг.
 559. 7 м/сек; 2,5 м.
 560. $\approx 3\,600\,000$ кгм;
 $\approx 180\,000$ кг.
 561. ≈ 200 кгм; 200 кг.
 562. 105 кг.
 563. ≈ 102 м.
 564. 57,5 кг.
 565. 1,25 кг.
 566. 0,2.
 567. Въедет, так как кинетическая энергия велосипедиста больше энергии, потребной для подъёма его.

568. 176,4 кгм.
 569. 98 кгм.
 570. 8 100 000 кгм.
 571. 30,3 м/сек.
 572. Расплавится, так как количество теплоты, выделяющейся при ударе пули, больше количества теплоты, потребного для плавления пули.
 573. $\approx 270^\circ$.
 574. $\approx 13,30'$.
 575. 1 200 000 л. с.
 576. 8 л. с.
 577. 3,6 л. с.
 578. 14,7 л. с.
 579. 8,2 кг.

§ 22.

580. 0,167 рад/сек²;
 ≈ 2 м. 3 с.
 581. $\approx 12,56$ кг.
 582. ≈ 500 кгм.
 583. 250 000 кгм.
 584. ≈ 240 кгм.
 585. 785 оборотов.

§ 27.

655. 500 кулонов.
 656. 0,112 г.
 657. 10 А.
 658. 18 000 кулонов.

§ 23.

586. ≈ 1010 кг.
 587. ≈ 5 м/сек.
 588. ≈ 268 об/мин.
 589. ≈ 987 кг.
 590. $\approx 6,7$ об/мин.
 591. ≈ 10 см.
 592. $\approx 0,003$ кг.
 593. $\approx 14,2$ т.
 594. 408 т.
 595. $\approx 9,4$; $\approx 14,3$ кг.
 596. Не выльется.
 597. 20 м.
 598. 36 км/час.
 599. 3 Р.
 600. 60°.
 601. ≈ 42 об/мин.
 602. $\approx 26^\circ 30'$.
 603. ≈ 75 мм.

§ 24.

604. см³/г. сек².
 605. ≈ 667 дин.
 606. ≈ 996 кг.
 607. $(\sqrt{2}-1)$
 6370 км
 ≈ 2637 км.
 608. $\approx 5,5$ г/см³.
 609. $\approx 2,6$ раза.
 610. $\approx 0,27$ см/сек².
 611. $\approx 7,9$ км/сек.
 612. $\approx 4,5$ км/сек.

Глава IV.

§ 25.

613. 60 г; 30; 0 г.
 614. $\approx 115,5$ г.
 615. $\approx 35^\circ$.
 616. $\approx 9,81$ м/сек².
 617. $\approx 0,994$ м.
 618. 1,35 сек.
 619. $\approx 0,249$ м.
 620. $\approx 9,77$ м/сек².

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

659. 10 мин.
 660. $\approx 3,3$ А.
 661. ≈ 4000 Ω.
 662. 1 мм².
 663. $\approx 7,4$ Ω.
 664. $\approx 30,76$ кг.
 665. $\approx 88,3$ мм².

621. 11,25 см; 31,25 см.
 622. $\approx 9,9949$ м.
 623. 9:4.
 624. Часы в Архангельске будут итти вперёд.
 625. 3 м. 36 с.
 626. Укоротить на $\approx 0,08$ длины.
 627. На 0,0005 длины.
 628. 9,807 м/сек².
 629. Зимой итти вперёд.
 630. Период прямо пропорционален $\sqrt{1+at}$.
 631. $\approx 15,6$ сек.
 632. 0,0000185.
 633. 0,15 кгм и 0,18 кгм.
 634. ≈ 229 см/сек.

§ 26.

635. $\approx 0,3$ сек.
 636. ≈ 5 колеб/сек.
 638. 327,8 м/сек.
 639. ≈ 2 км.
 640. 77 м.
 641. 206,25 м.
 642. 0,5 м.
 643. ≈ 76 см.
 644. 1435 м/сек.
 645. 0,007 сек. до 0,01 сек.
 646. 4,88 м и 4,98 м.
 647. $\approx 0,9$ м;
 $\approx 0,003$ сек.
 648. 0,01 сек.
 649. ≈ 400 в минуту.
 650. 670 колебаний в секунду.
 651. 15,5 км/час.
 652. ≈ 911 колебаний.
 653. ≈ 51 км/час.
 654. 330 м/сек.

666. Алюминиевый провод легче в 1,9 раза.
 667. 20,8 Ω.
 668. 2100°.
 669. — 0,0005.
 670. ≈ 4267 Ω.

671. $\approx 250^\circ$.
 672. 60 W.
 673. 100 V.
 674. 36,8 A.
 675. 60 W.
 676. ≈ 640 т.
 677. ≈ 1830000 л.
 678. $\approx 0,7$ кг.
 679. 22 гектоватт-часа.
 680. 8,4 ватт-часа.
 681. $\approx 5,4$ коп.
 682. 0,9 A.
 683. 16 коп.
 684. ≈ 3 руб.
 685. ≈ 565 р. 25 коп.
 686. $\approx 40,8$ A.
 687. $\approx 45,9$ км/час.
 688. 98 A.
 689. 163 лампочки.
 690. 45 000 кгм;
 2,5 коп.

§ 28.

691. 0,3 A.
 692. 20 Ω .
 693. 120 V.
 694. 120 V; 36 kW.
 695. 120 Ω .
 696. 0,8 A; 120 V.
 697. 3 A; 54 W.
 698. $\approx 7,2$ мм.
 699. 32,5 м.
 700. 43 р. 20 коп.
 701. 0,25 A; 480 Ω ;
 1 р. 15 к.
 702. 400 Ω .
 703. $\approx 2000^\circ$.

§ 29.

704. 0,18 A.
 705. 0,46 Ω .
 706. 14,5 V.
 707. 1,1 V.
 708. 1,6 V; 0,64 V.
 709. 0,5 A; 1 V.
 710. 2,08 V.
 711. $\approx 2,9$ Ω .
 712. ≈ 85 м; 9,6 V.
 713. 0,5 мм².
 714. 2 V; 2 Ω .
 715. $\approx 92\%$.
 716. 2,05 V; 2 V;
 $\approx 97\%$.
 717. 0,5 A; 4 Ω ; 30 м;
 0,5 ватт-часа.

§ 30.

718. 13,4 Ω .
 719. ≈ 200 V.
 720. 70 V.
 721. 50 м; 2,4 V.
 722. $\approx 83,3$ Ω ; 0,6 A.
 723. 17 мм².
 724. $\approx 4,2$ мм².
 725. ≈ 283 мм²;
 $\approx 11,3$ мм²;
 $\approx 96\%$.
 726. 7 Ω ; 35 м; 30 гекто-
 ватт-часов.
 727. 0,48 Ω ; 1,7 мм².
 728. 12 kW; 1,6 kW;
 21,7 л. с.
 729. $\approx 46,3$ гекто-
 ватта.
 730. 50 A; 0,176 Ω ;
 ≈ 360 м.
 731. 0,5 A; 236 Ω ; 118 V.
 732. $\approx 99\%$.
 733. 20 Ω .
 734. 2,5 A; 2 A; 1,25 A;
 10,75 A.
 735. 5 A; ≈ 167 A;
 $\approx 3,33$ A.
 736. 0,0004 Ω .
 737. $R = 5,5$ Ω ; $i_4 \approx$
 $\approx 2,8$ A;
 $i_1 \approx 3$ A;
 $i_5 \approx 1,4$ A;
 $i_2 \approx 0,7$ A;
 $i_6 \approx 0,5$ A;
 $i_3 \approx 1$ A.
 $i_7 \approx i_8 \approx 4,7$ A.
 738. $\approx 7,2$ A; $\approx 4,8$ A.
 739. 0,2 A; 0,8 A.
 740. 10 A; 275 Ω ; 11 Ω .
 741. 41 лампа.
 742. 120 V.
 743. 115,5 V.
 744. $\approx 89\%$.
 745. 30 A; 12 V; 132 V;
 3,96 kW.
 746. Спротивление
 будет 1,225 Ω ; си-
 ла тока $\approx 8,4$ A;
 напряженне
 $\approx 10,3$ V.
 747. 27,5 A; 8 Ω .
 748. 3 A; 1,75 A; 5,25 A;
 210 V.
 749. ≈ 120 V.

750. 275 Ω ; 2,75 Ω ; 40 A;
 0,22 Ω ;
 $\approx 15,5$ мм².
 751. 10 A; 70 A;
 131,9 V; $\approx 9,9\%$.

§ 31.

752. 2 A; 5 V.
 753. Выгоднее соеди-
 нить последова-
 тельно.
 754. При последова-
 тельном соедине-
 нии 0,055 A; 500%.
 При параллель-
 ном соединении
 $\approx 0,01$ A; $\approx 99\%$.
 755. $E = 2$ V; $r = 0,5$ Ω .
 756. 14 элементов.
 757. 1,4 A; 2,94 V.
 758. $\approx 77\%$.
 759. $I = 3$ A;
 $V = 12$ V; 800%.

§ 32.

760. 28,8 ккал.
 761. 7,2 ккал.
 762. а) 9,68 ккал; 14,52
 ккал. б) $\approx 3,48$
 ккал; 2,32 ккал.
 763. 36,3 ккал.
 764. 5,76 ккал; 12,96
 ккал.
 765. 4,5 ккал.
 766. $\approx 15,77$ ккал;
 ≈ 1050 ккал;
 ≈ 527 ккал.
 767. 1296 ккал.
 768. 0,48°.
 769. $\approx 10,3^\circ$.
 770. 1,6°.
 771. а) $\approx 8,3^\circ$; $\approx 5,5^\circ$;
 б) $\approx 1,33^\circ$;
 $\approx 1,99^\circ$.
 772. $\approx 9,9^\circ$.
 773. $\approx 1,8^\circ$.
 774. Медный.
 775. $\approx 0,43$.
 776. 864 г.
 777. ≈ 133 см³.
 778. $\approx 10,2$ кг.
 779. ≈ 30 V.
 780. ≈ 2 A.
 781. ≈ 10 Ω .
 782. 625 сек.
 783. $\approx 91\%$; ≈ 14 мин.

784. ≈ 1 р. 50 к.
 785. ≈ 7 А; ≈ 3 коп.
 786. $\approx 11,7$ Ω;
 $\approx 19,3$ м.
 787. 55 м.
 788. 7 м; $\approx 4,7$ коп.
 789. $\approx 0,09$ м.м²;
 $\approx 2,35$ л.
 790. 100 ламп;
 ≈ 120 V.
 791. ≈ 11 ламп.
 792. $\approx 3,9$ м.м²;

§ 33.

811. 25 днн.
 812. ≈ 14 с.м.
 813. По 30 единиц
CGSM.
 814. 10 с.м.
 815. 40 и 20 единиц
CGSM.
 816. ≈ 5 с.м.; ≈ 7 с.м.
 817. $\approx 2,7$ динн.
 818. ≈ 4 динн.
 819. $\approx 6,3$ динн.
 820. ≈ 8 единиц
CGSM.
 821. По 45 единиц
CGSM.
 822. $\approx 3,4$ Г.
 823. ≈ 204 Г.
 824. 10 000 эрстедов.
 825. 0,8 эрстеда.
 826. 40 000 силовых
лин. на 1 см².
 827. 1250 дин.
 828. 20 эрстедов.

§ 34.

851. 2 эрстеда.
 852. 1 м.
 853. 0,628 эрстеда.
 854. $\approx 6,4$ А.
 855. 3,14 динн.
 856. 628 эрстедов.
 857. 4; ≈ 50 эрстедов.
 858. 2А.
 859. 2000; 100.
 860. 200 000.

§ 35.

866. 0,001 V.
 867. 10⁷ сил. линий.
 868. 5 см/сек.
 869. 0,000001 V.

870. 0,004 V.
 871. 0,1 V.
 872. $\approx 0,04$ сек.
 873. 40.
 874. $\approx 0,0023$ генри.
 875. 0,56 генри.
 876. ≈ 14 ; ≈ 49 .
 877. $\approx 0,077$ генри.
 878. ≈ 36 .

§ 36.

879. 113,7 V; 75,8 Ω.
 880. 150 V; 90 V.
 881. 112,7 V; 33,7 А;
2,3 А; 31,4 А.
 882. 111,7 V; 74,5 Ω.
 883. 0,88.
 884. 3,3 л. с.
 885. 480 V; 0,87.
 886. $\approx 10,9$ kW.
 ≈ 10 kW.
 887. 116 V; 28 А.
 888. 13,2 kW.
 889. 83,23 V.
 890. 161,9 А.
 891. 3 V; 117 V.
 892. 81,4 V; 2,7 А;
27,7 А.
 893. 80 перемен.
 894. 750 об/мин.
 895. 0,02 сек.; 24 по-
люса.
 896. 50 периодов.
 897. 4 полюса.

§ 37.

898. 177,6 V.
 899. 0,83.
 900. 0,88.
 901. $r = 4,17$ Ω.
 902. 17,4 л. с.
 903. 282,7 V
 904. 46 А.

§ 38.

905. ≈ 900 000 Г.
 906. 100 электроста-
тических единиц.
 907. 20 электроста-
тических единиц;
40 электроста-
тических единиц.
 908. 4,9 см и 7 см при
одноименных за-
рядах; ≈ 29 см от

меньшего при
разноименных за-
рядах.

909. $\approx 3,5$ с.м.
 910. Уменьшится в 8
раз.
 911. 2.
 913. 0.
 914. 2,5 динн.
 915. 2,8 динн.
 916. ≈ 455 000 куло-
нов отрицатель-
ного электриче-
ства.
 917. Увеличится на
0,01 см/сек².
 918. 0,001 динн;
0,00001 динн;
10 см/сек².
 919. 0,000009 джоуля.
 920. 3 V.
 921. 0,1 м.м.
 922. 90°.
 923. Одинакова во
всех случаях.
 924. 708 микрофард.
 925. 889 м².
 926. ≈ 5 м².
 927. Ёмкость не изме-
няется, часть ста-
ниоля ВС окажется
лишней.
 928. 0,025 микрофара-
ды.
 929. 600 см; 400 см.
 930. Можно; роль об-
кладок играют
провода и зем-
ля, диэлектрик—
воздух.
 931. Приведённая
формула отно-
сится только к
плоскому конден-
сатору.
 932. Около 9000 ми-
крофард.
 933. 10 · 76 000 м², или
ок. 10,3 км.
 934. 0,00006 кулона.
 935. $\frac{V}{2}$; $\frac{eV}{2}$ джоулей.
 936. ≈ 300 Г.
 937. 420 000 V.

938. Нет; проскочит искра; увеличить ёмкость.
939. $\approx 6\ 300\ 000$ электронов.
940. ≈ 14 миллионов электронов.
941. Около $12\ 000$ электронов.
- § 39.
942. $\approx 2,1$ А.
943. $9,9$ г.
944. 5 А; 4 V.
945. 5 А; 20 V.
946. 216 г.
947. Вследствие большой плотности тока.
948. 15 гектоватт-часов; $2,016$ кг.
949. $8,035$ кг.
950. $3,06$ г.
951. $67,4$ мин.
952. $0,093$ мг/С.
953. ≈ 3 часа.
954. $\approx 6,7$ коп.
955. $1,4$ V; $0,04$ м.м.
956. $2,8$ А; 82% .
957. 1) на катоде; 2) нет; 3) да.
958. $0,045$ мг.
960. $\approx 96\ 000$ кулонов; 893 кулона.
961. $\approx 96\ 550$ кулонов; $\approx 96\ 510$ кулонов; $\approx 96\ 950$ кулонов.
962. $1,58 \cdot 10^{-19}$.
963. Электроды в данных случаях не поляризуются.
964. $0,5$ А.
965. 1) не получится; 2) не получится; 3) получится.
966. 1 А.
967. 3600 кулонов.
968. $1,2$ гектоватт-часа; $0,1$ гектоватта.
969. $118,8$ г; не влияет.
970. $98,5$ V и $143,5$ V.
971. $86,4$ г, $172,8$ г.
972. 40 ампер-час.; 10 час.
973. ≈ 250 км/сек.
974. $0,44$ мм (отклонение на флуоресцирующем экране гораздо больше, так как экран помещён на значительном расстоянии от края конденсатора).
975. $8,5$ см.
977. $\approx 9,4$ мА.
978. 1) Предел увеличения тока наступит тогда, когда все электроны, выброшенные пиньютю в секунду, будут за то же время отнесены к аноду; 2) закон Ома не применим.
- § 40.
979. 1) $0,000025$ сек.; 2) вследствие потери энергии главным образом на нагревании проводов.
980. $1,42$ генри.
981. 1884 м.
982. $\approx 16,7$ кГц; ≈ 172 кГц; ≈ 16 кГц.
983. ≈ 402 м.
984. $402-764$ м.
985. 130 см.
987. Разница в длине волны ≈ 1 м; разница в частоте 100 пер/сек.
988. Указание: обратить внимание на единицы измерения L и C в обоих случаях.
- Глава II.
- § 41.
989. $\approx 1,3$ сек.
990. 8 м. 20 с.
991. $9,47 \cdot 10^{12}$ км.
992. В 1601 г.
993. 60 см.
994. 30 см.
995. 66 см; 90 см;
996. 16 м.м.
997. $4,4$ см.
998. $6,4$ см.
999. $\approx 87\ 000$ л. с.
1000. $\approx 4,5\%$ $\approx 1,4$ кгМ/сек.
1001. $\approx 1,6$ кгМ.
1002. ≈ 314 люменов,
1003. ≈ 80 свеч.
1004. 16 люкс.
1005. $0,1$ люмена.
1006. 64 люкса.
1007. $1\ 000\ 000$ свеч.
1008. 5 м.
1009. $22,5$ люкса.
1010. $0,000628$ люмена.
1011. ≈ 30 см.
1012. В $2\frac{1}{4}$ раза.
1013. В 3 раза.
1014. ≈ 41 см.
1015. ≈ 51 свеча.
1016. На расстоянии 1 м от лампы в 25 свеч.
1017. ≈ 23 люкса.
1018. \approx в 11 раз.
1019. $17,7$ люкса.
1020. $\approx 3,6$; $\approx 5,6$; 6 ; $\approx 5,5$; $\approx 4,8$ люкса.
1021. $\approx 13,5$ люкса.
1022. 2000 свеч.
1023. 60° ; 1 м.
1024. $235,5$ м².
- § 42.
1025. Так, чтобы угол падения был равен 45° .
1026. На 20° .
1027. 2 ф.
1028. 11 .
1029. На 2 м.
1030. Половина роста человека.
1031. Бесконечно большое число.
1032. 3 изображения; 5 изображений.
1033. 16 см.
1034. ≈ 27 см; ≈ 54 см.

1035. Удалится на 162 см.
 1036. В центре зеркала.
 1037. 24 см.
 1038. —20 см; знак минуса указывает на то, что изображение находится за зеркалом.
 1039. 20 см.
 1040. 60 см; 20 см.
 1041. 10,5 см.
 1042. 40 см и 85,7 см.
 1043. ≈ -13 см.
 1044. 3 м.

§ 43.

1046. $\approx 38^\circ 30'$.
 1047. $\approx 70^\circ$.
 1048. $\approx 28^\circ$.
 1049. $\approx 59^\circ$.
 1050. 1,53.
 1051. ≈ 53 см.
 1052. ≈ 15 см.
 1053. $\approx 2,4$ см;
 $\approx 0,9$ см.
 1054. ≈ 1 м.
 1055. Луч испытывает полное внутреннее отражение.
 1056. $\approx 48^\circ 46'$;
 $\approx 38^\circ 41'$.
 1057. $\approx 2,41$.
 1058. Луч испытывает полное внутреннее отражение.
 1062. $\approx 42^\circ 4'$; $\approx 23^\circ 4'$.

$$\sin \frac{\delta + A}{2}$$

$$1063. n = \sin \frac{A}{2}.$$

1064. $\approx 1,02$; $\approx 0,99$.
 1065. $\approx 23^\circ 15'$.
 1066. $\approx 50^\circ 40'$.

§ 44.

1067. 20 диоптрий.
 1068. 5 м.

1069. 8 см.
 1070. 21 см.
 1071. 60 см.
 1072. —24 см; изображение мнимое.
 1073. 30 см.
 1074. 90 см или 10 см.
 1076. 15 см.
 1077. 20 см.
 1078. 30 раз.
 1079. Негатив на 18 см; бумагу на 36 см.
 1080. ≈ 28 м; 20,05 см.
 1081. ≈ 50 м.
 1082. 60 см.
 1083. 16 см.
 1084. 20 см.
 1085. 10 см.
 1086. Для рассеивающей линзы 4 см; 16 см; для собирающей 4 см; 24 см.

1087. 8 см.
 1088. 62,5 см.
 1089. $n = 2$.
 1090. Данная линза рассеивающая, выпукло-вогнутая. $F = -25$ см.
 1091. 40 см; 60 см; 24 см.
 1092. Увеличится приблизительно в 4 раза.
 1093. $F = \infty$.
 1094. —125 см, линза делается рассеивающей.

§ 45.

1095. $\approx 1\,400\,000$ км.
 1096. ≈ 114 раз.
 1097. $\approx 28,4$ м.
 1098. $\approx 6'$.
 1099. 5 100 м.
 1100. 3 раза.
 1101. 16 диоптрий.
 1102. $\approx 4,17$ см.
 1103. 20 раз.
 1104. 180 раз.
 1105. ≈ 162 мм;
 25 раз.

1106. ≈ 22 мм;
 ≈ 64 раза.
 1107. $\approx 46,110, \approx 153$
 и 220 раз.
 1108. 2 м.
 1109. 0,4 диоптрий.
 1110. ≈ 70 раз.
 1111. $\approx 12,2$ см.
 1112. ≈ 56 раз.

§ 46.

1113. 17 000.
 1114. $375 \cdot 10^{12}$ и
 $750 \cdot 10^{12}$.
 1115. 410,2 тр.
 1116. Чёрного.
 1117. $\approx 30'$.
 1118. $\approx 50'$.
 1119. $\approx 6^\circ$.
 1120. ≈ 3 мм.
 1121. ≈ 7 мм.
 1123. Усиление света.
 1124. ≈ 588 тр.

Повторительный отдел.

1131. $\approx 0,14$ мм.
 $\approx 0,0014$ мм³.
 $\approx 0,002$ мг.
 1132. Диффузия; с повышенной температурой скорость повышается.
 1133. 14,5 кг.
 1134. $\approx 27,5$ л.
 1135. 1,6 м/сек.
 1136. 8 коп.
 1137. 1 А.
 1138. 1,25 В.
 1139. ≈ 29 мин.
 1140. ≈ 140 суток непрерывного пропускания тока.
 1141. ≈ 15 коп.
 1142. 450 разрядов.
 1143. 0,0003 едн.


CGSE.

1143. ≈ 4 коп.
 1149. ≈ 59 А;
 ≈ 118 А.

1150. 50 аккумуляторов; 2 параллельные цепи по 25 аккумуляторов в каждой.
1151. ≈ 21 коп.
1152. 40 А;
 ≈ 5000 кз.
1156. ≈ 10 кз.
1157. 11,2 коп.
1158. $\approx 0,004$ коп.
1159. 1) При больших расстояниях;
 2) с переменным; 3) нет;
- 4) при помощи трансформатора
1160. 76,9%
1161. 22 500 кВт;
 $\approx 20\ 500$ ккал.
1162. $\approx 18\ 000$.
1163. Нехватит.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.		Глава III. Динамика.	
§ 1. О приближённых величинах и действиях с ними	3	§ 21. Законы Ньютона. Кинетическая энергия поступательно движущегося тела. Системы единиц	73
§ 2. Удельный вес и плотность вещества	—	§ 22. Законы динамики для вращающегося тела. Кинетическая энергия вращающегося тела.	80
§ 3. Работа и мощность	5	§ 23. Центробежная сила	81
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.		§ 24. Всемирное тяготение	81
Глава I. Твёрдые тела, жидкости и газы.		Глава IV. Колебательное движение. Звук.	
§ 4. Давление	8	§ 25. Маятник	85
§ 5. Механические свойства твёрдых тел	9	§ 26. Колебания упругих тел и звуковые явления	87
§ 6. Гидростатическое давление	10	ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.	
§ 7. Атмосферное давление	14	Глава I. Электричество и магнетизм.	
§ 8. Закон Архимеда	17	§ 27. Количество электричества, сила тока, сопротивление, напряжение. Работа и мощность тока	90
Глава II. Теплота.		§ 28. Закон Ома для части цепи	95
§ 9. Количество теплоты. Теплоёмкость тела и удельная теплоёмкость вещества. Температура смеси	20	§ 29. Закон Ома для всей цепи	95
§ 10. Теплотворная способность. Механический эквивалент теплоты	24	§ 30. Последовательное и параллельное соединения проводников	98
§ 11. Тепловое расширение тел	28	§ 31. Соединение элементов в батареи	104
§ 12. Переход тел из одного состояния в другое при нагревании	33	§ 32. Тепловые действия тока	106
§ 13. Уравнение состояния газов	39	§ 33. Магнетизм	112
§ 14. Влажность	43	§ 34. Электромагнетизм	115
ЧАСТЬ ВТОРАЯ.		§ 35. Электромагнитная индукция	119
Глава I. Статика.		§ 36. Динамомашинны	121
§ 15. Сложение и разложение параллельных сил. Центр тяжести	45	§ 37. Электродвигатели	124
§ 16. Сложение и разложение сил по правилу параллелограмма	49	§ 38. Электростатика	125
§ 17. Рычаг, наклонная плоскость и другие простейшие механизмы	53	§ 39. Электролиз. Токи в газах	132
Глава II. Кинематика.		§ 40. Электромагнитные колебания	140
§ 18. Прямолнейное равномерное и равномерно-переменное движение	65	Глава II. Оптика.	
§ 19. Вращательное движение	69	§ 41. Прямолинейное распространение света. Фотометрия	141
§ 20. Сложное движение	70	§ 42. Отражение света	146
		§ 43. Преломление света	149
		§ 44. Оптические стёкла	152
		§ 45. Оптические приборы	156
		§ 46. Дисперсия света. Волновой природы света	156
		Приложения. Таблицы	166
		Ответы	172



Редактор *М. А. Сахаров*

Издание тринадцатое. Тираж 100 тыс. экз. (201 тыс. — 300 тыс.).
Подп. к печати 10/VI 1947. М 02468. Печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 10,01.
Тип. зв. в 1 печ. листе 58 856. Зл.к. № 622.

Цена без переплёта 1 р. 50 коп. Переплёт 60 коп.

4-я тип. им. Евг. Соколовой треста «Полиграффинга» ОГИЗа
при Совете Министров СССР. Ленинград. Измайловский пр., 29.

