

Глава 1. КИНЕМАТИКА

1.1. Определить путь, пройденный телом за 6 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.1*. (Отв.: 6 м).

1.2. Определить путь, пройденный телом за 4 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.1*. (Отв.: 4 м).

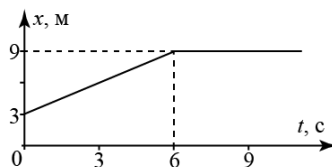


Рис. 1.1

1.3. Определить путь, пройденный телом за 8 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.1*. (Отв.: 6 м).

1.4. Определить скорость тела в течение первых 6 с движения, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.1*. (Отв.: 1 м/с).

1.5. Какова скорость тела в момент времени $t = 7$ с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.1*. (Отв.: 0).

1.6.* Определить путь, пройденный телом за 5 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.2*. (Отв.: 5,5 м).

1.7.* Определить путь, пройденный телом за 8 с, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.2*. (Отв.: 13 м).

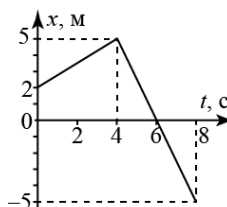


Рис. 1.2

1.8.* Определить среднюю скорость тела на пути, пройденном за первые 7 с движения, если зависимость координаты этого тела от времени дана на *рисунке 1.2*. (Отв.: 1,5 м/с).

1.9.* Пешеход перешел дорогу со скоростью 4,2 км/час по прямой составляющей угол 30° с направлением дороги, в течение 1 мин. Определить ширину дороги. (**Отв.:** 35 м).

1.10. Пешеход делает 120 шагов за одну минуту. Найти скорость пешехода, считая, что длина его шага равна 80 см. (**Отв.:** 1,6 м/с).

1.11. Определить скорость пешехода, если известно, что он прошел путь равный 3,84 км за 40 мин. (**Отв.:** 1,6 м/с).

1.12. Автомобиль проехал по прямой 1600 м, затем повернул на 90° и проехал по прямолинейной дороге еще 1200 м. Найти модуль перемещения автомобиля. (**Отв.:** 2 км).

1.13.* Вагон шириной $b = 3$ м, движущийся со скоростью $v = 10$ м/с, пробит пулей, летевшей перпендикулярно движению вагона. Смещение отверстий в стенках вагона относительно друг друга $d = 7,5$ см. Найти скорость пули. (**Отв.:** 400 м/с).

1.14.* С какой скоростью должен двигаться автомобиль, чтобы за 6 часов догнать автобус, который движется со скоростью 50 км/час? В начальный момент автобус находился впереди автомобиля на расстоянии 120 км. (**Отв.:** 70 км/час).

1.15. На первой половине пути скорость тела равна 30 м/с, а на второй половине она равна 70 м/с. Найти среднюю скорость тела на всем пути. (**Отв.:** 42 м/с).

1.16. За первые 4 с после начала движения автомобиль проходит расстояние 55 м, а за следующие 5 с – расстояние 62 м. Чему равна средняя скорость автомобиля в этом движении? (**Отв.:** 13 м/с).

1.17.* Велосипедист движется равномерно со скоростью 6 м/с в течение 3 секунд, после чего он начинает тормозить и движется равно замедленно с ускорением -2 м/с². Определить среднюю скорость велосипедиста на всём пройденном пути. (**Отв.:** 4,5 м/с).

1.18.* Велосипедист, проехав 6 км со скоростью 12 км/час, сделал остановку, а затем оставшиеся 10 км проехал со скоростью 10 км/час. Определить время остановки, если средняя скорость велосипедиста на всем пути равна 8 км/час. (**Отв.:** 0,5 час.).

1.19.* Велосипедист, проехав 5 км со скоростью 10 км/час, остановился на 0,25 часа, а затем оставшиеся 10 км проехал со скоростью 8 км/час. Найти среднюю скорость велосипедиста на всем пути. (**Отв.:** 7,5 км/час).

1.20.* Одну треть времени тело двигалось со скоростью 9 м/с, а остальные две трети времени – со скоростью 30 м/с. Найти среднюю скорость тела. (**Отв.:** 23 м/с).

1.21.* Первую половину времени автобус движется с постоянной скоростью 45 км/час, а вторую половину времени – с постоянной скоростью 54 км/час. Чему равна средняя скорость движения автобуса? (**Отв.:** 13,75 м/с).

1.22.* Тело движется 4 с равномерно со скоростью 1 м/с, а за следующие 8 с проходит расстояние 20 м. Найти среднюю скорость в этом движении. (**Отв.:** 2 м/с).

1.23.** Расстояние между двумя станциями $s = 1,2$ км поезд проходит со средней скоростью $v_{\text{ср.}} = 43,2$ км/ч. При этом он разгоняется в течение времени $t_1 = 40$ с, затем некоторое время t_2 движется равномерно, после чего движется равно замедленно до остановки в течение времени $t_3 = 40$ с. Определить наибольшую скорость поезда v_{max} . Считать ускорение при равнозамедленном и равноускоренном движениях одинаковыми по модулю. (**Отв.:** 20 м/с).

1.24. Пловец плышет по течению реки. Определите скорость пловца относительно берега реки, если его скорость относительно воды 1,3 м/с, а скорость течения реки 0,5 м/с. (**Отв.:** 1,8 м/с).

1.25. Паром, имея скорость относительно воды реки 5 м/с, перемещается перпендикулярно берегам со скоростью 4 м/с. Чему равна скорость течения реки? (**Отв.:** 3 м/с).

1.26.* Пассажирский поезд едет со скоростью 10 м/с. По соседнему пути навстречу движется товарный поезд длиной 150 м со скоростью 5 м/с. Сколько времени пассажир, стоящий у окна, будет видеть проходящий мимо товарный поезд? (**Отв.:** 10 с).

1.27.* Пассажирский поезд едет со скоростью 25 м/с. По соседнему пути навстречу движется товарный поезд, длина которого 210 м. Пассажир у окна видит его в течение 7 с. Какова скорость товарного поезда? (**Отв.:** 5 м/с).

1.28.* На сколько метров в секунду скорость моторной лодки по течению реки больше скорости той же лодки против течения реки если скорость воды в реке равна 2 м/с? В обоих случаях двигатель лодки работает одинаково. (**Отв.:** 4 м/с).

1.29.* В спокойной атмосфере парашютист спускается на землю со скоростью 12 м/с. Найдите скорость горизонтального ветра, при котором парашютист движется относительно земли со скоростью 13 м/с. (**Отв.:** 5 м/с).

1.30.* Паром, имея относительно воды скорость 0,5 м/с, перемещается перпендикулярно берегам. Какова скорость этого перемещения, если скорость течения реки равна 0,3 м/с? (**Отв.:** 0,4 м/с).

1.31. График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Каково ускорение этого тела в первые 2 с движения? (**Отв.:** $-2,5$ м/с²).

1.32. График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Каково ускорение этого тела в момент времени $t = 3$ с? (**Отв.:** 0).

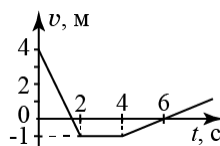


Рис. 1.3

1.33.** График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Определить путь, пройденный телом за первые 2 с движения. (**Отв.:** 3,4 м).

1.34.** График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Определить путь, пройденный телом за первые 4 с движения. (**Отв.:** 5,4 м).

1.35.** График зависимости скорости тела от времени приведен на *рисунке 1.3*. Определить путь, пройденный телом за первые 6 с движения. (**Отв.:** 6,4 м).

1.36.** Тело начинает двигаться со скоростью $v_0 = 10$ м/с и движется с ускорением $a = -2$ м/с². Определить путь пройденный телом за время $t = 6$ с. (**Отв.:** 26 м).

1.37.* Тело движется 2 с равномерно со скоростью 2,5 м/с и затем 3 с равномерно со скоростью 5 м/с. Найти среднюю скорость тела в этом движении. (**Отв.:** 4 м/с).

1.38.* Автомобиль начал двигаться с ускорением $a = 1,5$ м/с² и через некоторое время оказался на расстоянии $s = 12$ м от начальной точки. Чему равна средняя скорость движения автомобиля? (**Отв.:** 3 м/с).

1.39. Поезд начал тормозить, имея скорость 16 м/с. Какой путь пройдет поезд до полной остановки, если модуль его ускорения равен 0,8 м/с²? (**Отв.:** 160 м).

1.40. За какое время автомобиль увеличит свою скорость вдвое, если он движется с постоянным ускорением 0,7 м/с², а его начальная скорость равна 21 м/с? (**Отв.:** 30 с).

1.41. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с, остановился через 6 с. Найти тормозной путь автомобиля. (**Отв.:** 60 м).

1.42. Найти путь, пройденный телом в равноускоренном движении без начальной скорости, за пятую секунду движения, если ускорение равно 6 м/с². (**Отв.:** 27 м).

1.43. Двигаясь с ускорением равным $(-0,5) \text{ м/с}^2$, тело останавливается через 8 с. Чему равен путь, пройденный телом до остановки? (**Отв.:** 16 м).

1.44. Поезд двигался со скоростью 15 м/с. При торможении до полной остановки он проехал 250 м. Считая движение поезда равнозамедленным, найти модуль его ускорения. (**Отв.:** $0,45 \text{ м/с}^2$).

1.45. Найти среднее ускорение тела, скорость которого в момент времени $t_1 = 4 \text{ с}$ равнялась 5 м/с, а в момент времени $t_2 = 6 \text{ с}$ равнялась 15 м/с. (**Отв.:** 5 м/с^2).

1.46. Посадочная скорость пассажирского самолета равна 45 м/с, а время пробега по посадочной полосе равно 30 с. Определите длину пробега самолета по посадочной полосе. (**Отв.:** 675 м).

1.47.* С каким ускорением движется тело, если за восьмую секунду после начала движения оно прошло путь $s = 30 \text{ м}$? (**Отв.:** 4 м/с^2).

1.48.* На пути 1000 м скорость пассажирского поезда возросла от 5 м/с до 15 м/с. Считая движение поезда равноускоренным, найти его ускорение. (**Отв.:** $0,1 \text{ м/с}^2$).

1.49.* Определить посадочную скорость пассажирского самолета, если он пробегает по посадочной полосе до полной остановки путь 800 м за 25 с. Движение считать равнозамедленным. (**Отв.:** 64 м/с).

1.50.* Найти путь пройденный автомобилем за время, в течении которого его скорость возрастает от 10 м/с до 18 м/с, если его ускорение равно 2 м/с^2 . (**Отв.:** 56 м).

1.51.* При равноускоренном движении без начальной скорости за восьмую секунду тело прошло путь $s = 30 \text{ м}$. Найти путь пройденный телом за тринадцатую секунду. (**Отв.:** 50 м).

1.52.* Автомобиль увеличил за 4 с свою скорость от 6 м/с до 10 м/с. Определить путь, пройденный автомобилем в течение этого же времени. (**Отв.:** 32 м).

Кинематика

1.53.* Автомобиль, имея начальную скорость 8 м/с , движется равнозамедленно с ускорением равным по модулю $0,5 \text{ м/с}^2$. Через какое время он проедет путь равный 28 м ? (**Отв.:** 4 с).

1.54.* Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за четвертую секунду прошло 35 м . Чему равно ускорение тела? (**Отв.:** 10 м/с^2).

1.55.* Автомобиль, имеющий начальную скорость 8 м/с , начал двигаться с постоянным ускорением 2 м/с^2 . Найти путь, пройденный автомобилем за время, в течение которого его скорость увеличилась в два раза. (**Отв.:** 48 м).

1.56.* На пути 1296 м скорость пассажирского поезда возросла от 9 м/с до 27 м/с . Считая движение поезда равноускоренным, найти время его движения на этом участке пути. (**Отв.:** 72 с).

1.57.* Тормозной путь (до полной остановки) автомобиля равен 25 м . Через какое время этот автомобиль остановился, если его начальная скорость равна 10 м/с ? (**Отв.:** 5 с).

1.58.* Двигаясь с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$ при начальной скорости 5 м/с автомобиль проехал участок пути длиной 55 м . Чему равна его скорость в конце этого участка пути? (**Отв.:** 6 м/с).

1.59.* Какой была начальная скорость автомобиля, если двигаясь с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, он увеличил свою скорость до 8 м/с на отрезке пути, равном 70 м ? (**Отв.:** 6 м/с).

1.60.* Определить начальную скорость равнозамедленного движения тела, если известно, что двигаясь с ускорением $(-0,2) \text{ м/с}^2$, тело прошло за пятую секунду путь $6,4 \text{ м}$. (**Отв.:** $7,3 \text{ м/с}$).

1.61.* Автомобиль, имея начальную скорость 8 м/с , движется равнозамедленно и через 2 с имеет скорость 6 м/с . Какое расстояние остается ему пройти с этого момента до полной остановки? (**Отв.:** 18 м).

1.62.* С каким ускорением движется тело под действием некоторой силы, если в течение 10 с его скорость возросла в 5 раз? Начальная скорость равна 10 м/с. (**Отв.:** 4 м/с²).

1.63.** Автомобиль, двигалась равноускоренно, через $t = 10$ с после начала движения достиг скорости $v = 36$ км/ч. Какой путь проехал автомобиль за последнюю секунду? (**Отв.:** 9,5 м).

1.64.** Автомобиль начинает двигаться равноускоренно из состояния покоя и за первые 2 с прошел путь 10 м. Какой путь прошел автомобиль за первые 4 с? (**Отв.:** 40 м).

1.65.** Тело движется с постоянным ускорением. Скорость тела в момент времени $t_1 = 5$ с равна $v_1 = 3$ м/с, а в момент времени $t_2 = 6$ с его скорость $v_2 = 0$. Определить путь, пройденный телом от $t = 0$ до $t = t_2$. (**Отв.:** 54 м).

1.66.** Тело, начинает двигаться со скоростью $v_0 = 10$ м/с имея ускорение $a = -2$ м/с². Определить, какой путь пройдет тело за время $t = 8$ с? (**Отв.:** 34 м).

1.67.** Тело движется равно ускоренно с начальной скоростью 2 м/с. Пройдя некоторое расстояние оно приобретает скорость 14 м/с. Найти скорость тела в середине пройденного пути. (**Отв.:** 10 м/с).

1.68.** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе за $t_1 = 2$ с, а второй – за $t_2 = 1$ с. Длина вагона $l = 13,5$ м. Найти ускорение поезда, считая движение равнопеременным. (**Отв.:** 4,5 м/с²).

1.69.** Тело, двигаясь равноускоренно с ускорением $a = 4$ м/с², за третью секунду прошло путь, равный 15 м. Определить начальную скорость тела. (**Отв.:** 5 м/с).

Кинематика

1.70.** Тело, имея начальную скорость 9,9 м/с и двигаясь равнозамедленно, за пятую секунду движения прошло путь равный 9 м. Определить модуль ускорения тела. (Отв.: 0,2 м/с²).

1.71.* В конце первой половины пути, свободно падающее тело достигло скорости 20 м/с. Через сколько времени после начала движения тело достигло земли? $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{2} = 1,4$. (Отв.: 2,8 с).

1.72.* Два камня находятся на одной вертикали на расстоянии 25 м друг от друга. Одновременно верхний камень бросают вниз со скоростью $v = 20 \text{ м/с}$, а нижний отпускают. Через какое время камни столкнутся? (Отв.: 1,25 с).

1.73.* Тело брошено вертикально вверх со скоростью 49 м/с. Найти время, за которое это тело достигнет наибольшей высоты подъема. Ускорение свободного падения считать равным 9,8 м/с². (Отв.: 5 с).

1.74.* Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 150 м. На какой высоте над Землей будет это тело через 6 с после начала падения? Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с². (Отв.: 27,5 м).

1.75.* Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. На какой высоте его скорость станет равной 10 м/с? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с², сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв.: 40 м).

1.76.* За последнюю секунду, свободного падающее без начальной скорости тело пролетело $3/4$ своего пути. Сколько времени падало тело? (Отв.: 2 с).

1.77.* Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 244 м. На какой высоте над поверхностью Земли оно

будет находиться через 5 с после начала движения. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 121,5 м).

1.78. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с . Через какое время тело будет на высоте 20 м ? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 . Сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв.: 2 с).

1.79. Мяч, брошенный вертикально вверх, через 6 с упал в точку бросания. Чему равна начальная скорость мяча? Ускорение свободного падения считать равным $9,8 \text{ м/с}^2$, сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв.: $29,4 \text{ м/с}$).

1.80. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $53,9 \text{ м/с}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха найти время, за которое тело достигает максимальной высоты своего подъема. Ускорение свободного падения считать равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 5,5 с).

1.81.* За последнюю секунду свободного падения тело прошло путь вдвое больший, чем за предыдущую секунду. С какой высоты h падало тело? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $31,25 \text{ м}$).

1.82. Линейная скорость точек обода колеса радиусом $0,5 \text{ м}$ равна $1,95 \text{ м/с}$. Чему равна угловая скорость колеса? (Отв.: $3,9 \text{ с}^{-1}$).

1.83. Угловая скорость колеса радиусом $0,5 \text{ м}$ равна 12 рад/с . Найти центростремительное ускорение точки, лежащей на ободе этого колеса. (Отв.: 72 м/с^2).

1.84. Маховик, диаметр которого равен $0,5 \text{ м}$ совершает $2,5 \text{ об/с}$. Определить центростремительное ускорение точки на его ободе. Принять $\pi^2 = 10$. (Отв.: $62,5 \text{ м/с}^2$).

1.85. Линейная скорость некоторой точки вращающегося колеса равна 6 м/с , а ее центростремительное ускорение равно 24 м/с^2 . Найти угловую скорость колеса. (Отв.: 4 с^{-1}).

Кинематика

1.86. Линейная скорость точек на ободе вращающегося маховика радиусом 0,6 м равна 9 м/с. Чему равна скорость точек, находящихся на 0,2 м ближе к оси? (**Отв.:** 6 м/с).

1.87. Маховик совершает 25 об/с. Определить линейную скорость точек на ободе, если его диаметр равен 0,8 м. Принять $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 62,8 м/с).

1.88. Линейная скорость некоторой точки диска, вращающегося вокруг неподвижной оси, равна 2,5 м/с, а ее центростремительное ускорение равно $2,5 \text{ м/с}^2$. Найти расстояние этой точки от оси вращения. (**Отв.:** 2,5 м).

1.89.* Во сколько раз минутная стрелка часов длиннее часовой, если линейная скорость конца минутной стрелки больше линейной скорости конца часовой стрелки в 24 раза? (**Отв.:** 2).

1.90.* Определить радиус маховика, зная, что при его вращении скорость точек на ободе равна 9 м/с, а точек, находящихся на 0,3 м ближе к оси, равна 6 м/с (**Отв.:** 0,9 м).

1.91.* Определить линейную скорость точек на ободе вращающегося маховика радиусом 1 м, если скорость точек, находящихся на 0,4 м ближе к оси, равна 6 м/с. (**Отв.:** 10 м/с).

1.92.* Линейная скорость точек на ободе вращающегося маховика радиусом 1,5 м равна 6 м/с. На каком расстоянии от оси находятся точки, скорость которых равна 4 м/с? (**Отв.:** 1 м).

1.93.* Колесо (рис. 1.4) катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Определить скорость точки C колеса. (**Отв.:** 2 м/с).

1.94.* Колесо (рис. 1.4) катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью $v = 2 \text{ м/с}$. Определить скорость точки B колеса. Принять $\sqrt{2} = 1,4$. (**Отв.:** 2,8 м/с).

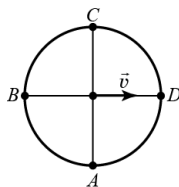


Рис. 1.4

1.95.* Колесо радиуса $R = 0,5$ м (рис. 1.4) катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью $v = 2$ м/с. Определить центростремительное ускорение точки D колеса. (Отв.: 8 м/с^2).

1.96.** Мальчик вращает камень, привязанный к веревке длиной $l = 0,5$ м, в вертикальной плоскости с частотой $n = 3 \text{ с}^{-1}$. На какую высоту взлетел камень, если веревка оборвалась в тот момент, когда скорость была направлена вертикально вверх? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, а $\pi^2 = 10$. (Отв.: $4,5$ м).

Глава 2. ДИНАМИКА

2.1. Под действием силы в 15 Н тело движется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. С каким ускорением это тело будет двигаться под действием силы в 75 Н? (Отв.: $1,5 \text{ м/с}^2$).

2.2. Под действием некоторой силы, тело массой 8 т движется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Чему равна масса тела, которое под действием этой же силы движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$? (Отв.: 6000 кг).

2.3. На два тела массами 4 кг и 7 кг действуют одинаковые по величине силы. При этом первое тело приобретает ускорение $2,1 \text{ м/с}^2$. Какое ускорение приобретает второе тело? (Отв.: $1,2 \text{ м/с}^2$).

2.4. Под действием силы тяги в 5000 Н автомобиль движется с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. С каким ускорением будет двигаться автомобиль при силе тяги 4000 Н? Трением пренебречь. (Отв.: $0,4 \text{ м/с}^2$).

2.5. Тело массой 3 кг движется под действием силы F , а тело массой 15 кг – под действием силы $2F$. Чему равно отношение ускорений первого и второго тела? (Отв.: $2,5$).

2.6. Под действием силы в 40 Н, тело движется с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому телу ускорение $1,8 \text{ м/с}^2$? (Отв.: 120 Н).

Динамика

2.7. Тело массой 6 кг движется по горизонтальной гладкой плоскости под действием силы $F = 18$ Н, направленной под углом 60° к горизонту. Найти ускорение тела. (**Отв.:** $1,5 \text{ м/с}^2$).

2.8. На тело действует единственная сила, модуль которой равен 64 Н. Чему равна масса тела, если оно движется с ускорением 4 м/с^2 ? (**Отв.:** 16 кг).

2.9. Под действием некоторой силы, тело массой 50 кг движется с ускорением 1 м/с^2 . С каким ускорением будет двигаться тело массой 10 кг под действием этой же силы? (**Отв.:** 5 м/с^2).

2.10. С какой силой будет давить человек массой 70 кг на пол лифта, если он будет подниматься вертикально вверх с ускорением $1,8 \text{ м/с}^2$? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 812 Н).

2.11. С какой силой давит человек массой 75 кг на пол лифта, движущегося вертикально вниз с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 705 Н).

2.12. Человек массой 70 кг находится в лифте. Найти вес человека, когда лифт опускается с ускорением $2,8 \text{ м/с}^2$. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 490 Н).

2.13. С какой силой нужно действовать на тело массой $m = 10$ кг, чтобы оно поднималось вертикально вверх с ускорением 6 м/с^2 ? Соппротивлением воздуха пренебречь, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 158 Н).

2.14.* В течение 2 с на некоторое тело действовала сила 50 Н вдоль его скорости, которая за это время увеличилась от 3 м/с до 5 м/с. Найти массу этого тела. (**Отв.:** 50 кг).

2.15.* Тело массой 10 кг подвешено на нити. Найти его ускорение, когда натяжение нити равно 15 Н. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** $8,3 \text{ м/с}^2$).

2.16.* С какой силой будет давить на пол лифта чемодан

массой 30 кг, если лифт поднимается с ускорением 2 м/с^2 ? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 354 Н).

2.17.* Натяжение нити к которой подвешен груз, поднимаемый вертикально вверх с ускорением $2,2 \text{ м/с}^2$, равно 12 Н. Определить массу груза. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1 кг).

2.18.* С каким ускорением должен двигаться лифт вниз, чтобы человек, находящийся в нем, давил на пол лифта с силой, равной половине силы тяжести, действующей на него? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $4,9 \text{ м/с}^2$).

2.19.* На тело массой 150 кг, движущееся прямолинейно и равномерно со скоростью 8 м/с, начала действовать сила 75 Н, имеющая то же направление, что и скорость тела. До какого значения возросла скорость тела после 6 с действия силы? (Отв.: 11 м/с).

2.20.* Человек массой 70 кг давит на пол равноускоренно поднимающегося лифта с силой 770 Н. С каким ускорением движется лифт? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $1,2 \text{ м/с}^2$).

2.21.* Найти натяжение веревки, к которой подвешено ведро с водой массой 9 кг, при движении ведра вертикально вверх с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 101,7 Н).

2.22.* Вычислить путь пройденный телом массой 5 кг, когда на него действует постоянная сила, равная 1 Н в течение 10 с. Начальная скорость тела равна 1 м/с. (Отв.: 20 м).

2.23.* Определить величину силы под действием которой тело массой 300 г начинает двигаться из состояния покоя и за 5 с проходит 25 м. (Отв.: 0,6 Н).

2.24.* Под действием постоянной силы 75 Н в течение 3 с скорость тела массой 30 кг была увеличена до 20 м/с. С какой

Динамика

скоростью двигалось тело до приложения силы? (**Отв.:** 12,5 м/с).

2.25.* Лыжник массой 70 кг в конце спуска приобрел скорость 20 м/с. Через сколько времени он остановится на горизонтальной лыжне, если сила трения равна 40 Н? (**Отв.:** 35 с).

2.26.* Автомобиль, под действием силы тяги в 1400 Н движется с ускорением 0,2 м/с². При какой силе тяги этот автомобиль будет двигаться с ускорением 0,4 м/с²? (**Отв.:** 2,8 кН).

2.27.* С помощью нити поднимается груз массой 3 кг с ускорением 5 м/с, направленным вверх. Найти натяжение нити. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 45 Н).

2.28.* Под действием горизонтальной силы $F_1 = 30$ Н тело движется по горизонтальной поверхности с ускорением $a_1 = 2$ м/с², а под действием силы $F_2 = 40$ Н – с ускорением $a_2 = 3$ м/с². Какова масса этого тела? (**Отв.:** 10 кг).

2.29.** На кронштейне, установленном на тележке, движущейся по горизонтальному пути с ускорением 9,8 м/с², на нити подвешен груз массой 3 кг. Найти натяжение нити. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с², считать $\sqrt{2} = 1,4$. (**Отв.:** 41,16 Н).

2.30.** Через неподвижный блок перекинута тонкая нерастяжимая нить, на концах которой подвешены два груза массами 0,8 кг и 1,65 кг. Пренебрегая трением и массой блока, найти ускорение грузов. Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с². (**Отв.:** 3,4 м/с²).

2.31. Тело массой 2 кг подвешено на нити. Найти вес этого тела, принимая $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 19,6 Н).

2.32. На сколько вес тела массой 1 кг больше на полюсе чем на экваторе, если ускорение свободного падения на полюсе и на экваторе соответственно равны 9,83 м/с² и 9,80 м/с²? (**Отв.:** 0,03 Н).

2.33. Сила гравитационного взаимодействия между двумя телами массами m_1 и m_2 на расстоянии R друг от друга равна 49 Н. Чему равна сила гравитационного взаимодействия между телами

массами $5m_1$ и $0,06m_2$ на расстоянии $0,7R$ друг от друга? (Отв.: 30 Н).

2.34. Какую силу в вертикальном направлении следует приложить к телу массой 5 кг, чтобы ускорение его падения равнялось $3,3 \text{ м/с}^2$? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 32,5 Н).

2.35. Сила гравитационного взаимодействия между шарами массами $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$ на расстоянии R равна F_1 . Найти отношение силы гравитационного взаимодействия между шарами с одинаковыми массами 2 кг на том же расстоянии R друг от друга к силе F_1 . (Отв.: 4).

2.36. Считая радиус Луны в 3,6 раза меньше радиуса Земли, а массу Луны в 81 раз меньше массы Земли, найти во сколько раз ускорение свободного падения на поверхности Луны меньше ускорения свободного падения на поверхности Земли. (Отв.: 6,25).

2.37.* Какую силу в вертикальном направлении следует приложить к телу массой 2 кг, чтобы оно поднималось с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 22 Н).

2.38.* Во сколько раз вес тела на высоте $H = 1,5R$, где R радиус Земли, меньше, чем на поверхности Земли? H измеряется от поверхности Земли. (Отв.: 6,25).

2.39.* На какой высоте над поверхностью Земли вес покоящегося тела в 4 раза меньше, чем на ее поверхности? Радиус Земли принять равным 6400 км. (Отв.: 6400 км).

2.40.* У поверхности Земли (т.е. на расстоянии R от ее центра) на тело действует сила тяготения 72 Н. Чему равна сила тяготения, действующая на это тело на расстоянии $2R$ от центра Земли? (Отв.: 18 Н).

2.41.* На какой высоте над поверхностью Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 4 раза меньше, чем на поверхности Земли? Радиус Земли принять равным $6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$. (Отв.: 6370 км).

2.42. Коэффициент трения скольжения тела массой 1 кг по горизонтальной поверхности равен 0,1. Определить силу трения, если на тело действует внешняя горизонтальная сила $F = 2$ Н. Считать $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 0,98 Н).

2.43. Груз массой 20 кг скользит по горизонтальной плоскости под действием горизонтальных сил. Чему равен коэффициент трения между этим грузом и плоскостью, если сила трения скольжения между ним и плоскостью равна 49 Н. Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с². (**Отв.:** 0,25).

2.44. Найти наименьшее значение горизонтальной силы, которую необходимо приложить к бруску массой 5 кг, лежащей на горизонтальном столе, для того, чтобы привести его в движение. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,05. (**Отв.:** 2,45 Н).

2.45. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной площадке с ускорением 2 м/с² под действием горизонтальной силы в 3 Н. Чему равен коэффициент трения между телом и площадкой. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (**Отв.:** 0,1).

2.46. Груз массой 20 кг движется по горизонтальной плоскости под действием горизонтальной силы. Чему равна действующая при этом сила трения, если коэффициент трения между ним и плоскостью равен 0,3? Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с². (**Отв.:** 58,8 Н).

2.47. Сила трения скольжения тела по горизонтальной поверхности равна 5 Н. Под действием какой внешней горизонтальной силы это тело будет двигаться равномерно? (**Отв.:** 5 Н).

2.48. Тело скользит по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы $F = 10$ Н с постоянной скоростью. Чему равна сила трения? (**Отв.:** 10 Н).

2.49. Тело массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности

с постоянной скоростью под действием силы $F = 3 \text{ Н}$. Определить коэффициент трения, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 0,15).

2.50.* На тело массой 2 кг действует горизонтальная сила 4 Н. Найти ускорение тела, если коэффициент трения между ним и горизонтальной поверхностью равен 0,1. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** 1 м/с^2).

2.51.* Чему равна сила трения покоя, действующая на груз массой $m = 100 \text{ кг}$, покоящегося на наклонной плоскости с углом наклона 45° ? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{2} = 1,4$. (**Отв.:** 686 Н).

2.52.* Чему равна масса груза, покоящегося на наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$, если сила трения покоя равна 24,5 Н? Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 5 кг).

2.53.* Тело массой 2 кг движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы равной 18 Н. Найти ускорение тела, если коэффициент трения между телом и поверхностью равен 0,5. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** $4,1 \text{ м/с}^2$).

2.54.* Лыжник массой 70 кг после окончания спуска движется 20 с по горизонтальному участку. Определить скорость лыжника в конце спуска, если сила трения на горизонтальном участке равна 35 Н. (**Отв.:** 10 м/с).

2.55.* На наклонной плоскости с высотой 3 м и основанием 4 м находится тело массой 10 кг. Какую силу, параллельную наклонной плоскости, необходимо приложить к телу, чтобы оно не скользило? Коэффициент трения равен 0,25. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 40 Н).

2.56.* Автомобиль массой 2 т под действием тормозящей силы в 7 кН остановился, пройдя расстояние 28 м. Определить скорость автомобиля в момент начала торможения. (**Отв.:** 14 м/с).

2.57.* Какая постоянная сила трения (по модулю) необходима для остановки в течение 5 с автомобиля массой 1500 кг, движущегося со скоростью 90 км/ч? (**Отв.:** 7,5 кН).

2.58.* Тело массой 6 кг лежит на горизонтальной площадке. Какую горизонтальную силу нужно приложить к телу, чтобы сообщить ускорение 1 м/с^2 , если коэффициент трения между ним и площадкой равен 0,2? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** 18 Н).

2.59.* Пассажирский поезд весом $4 \cdot 10^6 \text{ Н}$ движется со скоростью 54 км/ч. Определить силу торможения, если тормозной путь поезда 200 м. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** 225 кН).

2.60.* Брусok массой 2 кг находится на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,1. Найти величину горизонтальной силы, под действием которой брусok движется равномерно. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 1,96 Н).

2.61.* На тело массой 50 кг, находящееся на горизонтальной поверхности, действует сила 200 Н в течение 3 с. Определить скорость тела в конце данного промежутка времени, если коэффициент трения между телом и поверхностью равен 0,25. Ускорение силы тяжести $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 4,5 м/с).

2.62.* Автомобиль массой 1 т движется со скоростью 36 км/ч. Вычислить модуль тормозной силы, под действием которой автомобиль останавливается, пройдя 50 м по горизонтальному пути. (**Отв.:** 1 кН).

2.63.* Под действием тормозящей силы в 3,6 кН автомобиль, движущийся с начальной скоростью 20 м/с, останавливается, пройдя расстояние 60 м. Определить массу автомобиля. (**Отв.:** 1080 кг).

2.64.* Тележка с песком, общая масса которой 200 кг,

движется без трения по горизонтальному пути под действием постоянной силы с ускорением 1 м/с^2 . Сколько песка необходимо добавить, чтобы тележка под действием той же силы двигалась с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$? (Отв.: 50 кг).

2.65.* Тело, движущиеся под действием некоторой постоянной силы с ускорением 1 м/с^2 , переходит с одной горизонтальной поверхности на другую. По второй поверхности оно движется с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$ под действием той же силы. Каков коэффициент трения скольжения тела по второй поверхности, если по первой он равен $0,1$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,08).

2.66.* Коэффициент трения скольжения тела массой 1 кг по горизонтальной поверхности равен $0,1$. Определить силу трения, если на тело действует внешняя горизонтальная сила $F = 0,5 \text{ Н}$. (Отв.: 0,5 Н).

2.67.* Под действием некоторой силы тело движется по горизонтальной поверхности с ускорением 1 м/с^2 . Во сколько раз следовало бы увеличить силу, чтобы ускорение тела увеличилось вдвое? Коэффициент трения тела о поверхность равен $0,1$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,5).

2.68.* Тело массой 1 кг движется по горизонтальной поверхности под действием силы 5 Н с ускорением a . Под действием какой силы — это тело будет двигаться с ускорением $2a$, если коэффициент трения тела о поверхность $\mu = 0,1$? Принять $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 9,02 Н).

2.69.* Под действием силы $F_1 = 5 \text{ Н}$ тело движется по гладкой горизонтальной поверхности с ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Под действием какой силы F_2 это тело будет двигаться с таким же ускорением по шероховатой поверхности с коэффициентом трения $\mu = 0,1$? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 7,5 Н).

2.70.* Под действием некоторой силы тело движется по

Динамика

горизонтальной поверхности с ускорением 4 м/с^2 . Коэффициент трения тела о поверхность равен $0,1$. С каким ускорением будет двигаться тело под действием этой же силы по гладкой поверхности? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 5 м/с^2).

2.71.* Под действием горизонтальной силы $F_1 = 30 \text{ Н}$ тело движется по горизонтальной поверхности с ускорением $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$, а под действием силы $F_2 = 40 \text{ Н}$ – с ускорением $a_2 = 3 \text{ м/с}^2$. Каков коэффициент трения тела о поверхность? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,1$).

2.72.* Под действием горизонтальной силы $F_1 = 30 \text{ Н}$ тело, находящееся на горизонтальной поверхности движется с ускорением $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$, а под действием силы $F_2 = 40 \text{ Н}$ – с ускорением $a_2 = 3 \text{ м/с}^2$. Определить силу трения между телом и поверхностью. (Отв.: 10 Н).

2.73.* Находящийся на горизонтальной поверхности груз массой $0,4 \text{ кг}$ движется равномерно под действием горизонтальной силы в 3 Н . С каким ускорением будет двигаться этот груз, по той же поверхности под действием горизонтальной силы в 5 Н ? (Отв.: 5 м/с^2).

2.74.** На тело массой 1 кг , находящееся на горизонтальной плоскости, действует горизонтальная сила $F = 3 \text{ Н}$. С какой минимальной горизонтальной силой F_{\min} надо подействовать в перпендикулярном направлении к силе F , чтобы тело начало скользить? Коэффициент трения о плоскость $\mu = 0,5$. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 4 Н).

2.75.** На тело массой 1 кг , находящееся на горизонтальной поверхности, действует горизонтальная сила $F_1 = 3 \text{ Н}$. С каким ускорением начнет скользить это тело, если в направлении перпендикулярном силе F_1 подействовать горизонтальной

силой $F_2 = 4 \text{ Н}$? Коэффициент трения о поверхность $\mu = 0,4$. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1 м/с^2).

2.76.** Брусок массой 4 кг скользит по горизонтальной поверхности со скоростью 4 м/с . Через сколько времени этот брусок остановится, если на него положить тело массой 1 кг ? Коэффициент трения $\mu = 0,1$, а $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 16 с).

2.77.** Магнит массой $m = 50 \text{ г}$ прилип к железной вертикальной стене. Для равномерного скольжения магнита вниз, необходима сила $F = 2 \text{ Н}$. Какую минимальную силу надо приложить, чтобы магнит начал скользить вверх? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 3 Н).

2.78.** С наклонной плоскости высотой 3 м и основанием 4 м скользит тело с ускорением 4 м/с^2 . Определить коэффициент трения тела о плоскость, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,25$).

2.79.** Тележка с песком, общая масса которой 210 кг , движется со скоростью 4 м/с по горизонтальному пути. Сколько песка необходимо добавить, чтобы тележка остановилась, пройдя путь 50 м ? Коэффициент трения $\mu = 0,1$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{41} = 6,4$. (Отв.: $29,4 \text{ кг}$).

2.80.** Тележка, масса которой 280 кг , движется со скоростью 5 м/с по горизонтальному пути. Сверху на тележку опускают мешок с песком, в результате чего тележка останавливается через 25 с . Определить массу мешка, если коэффициент трения $\mu = 0,1$, а ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 56 кг).

2.81. Тело подвешено на нити. Вычислить массу этого тела, если натяжение нити равно $4,9 \text{ Н}$. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,5 \text{ кг}$).

2.82. Тело, подвешенное к вертикальной пружине с верхним закрепленным концом, вызывает ее удлинение на $0,05 \text{ м}$. Жесткость пружины равна 300 н/м . Чему будет равно удлинение

Динамика

пружины с жесткостью 200 Н/м, если к ней подвесить, то же самое тело? (**Отв.:** 75 мм).

2.83. Под действием силы в 30 Н пружина удлиняется на 0,15 м. Чему равна жесткость пружины? (**Отв.:** 200 Н/м).

2.84. Под действием какой силы пружина жесткостью 120 Н/м удлиняется на 3 см? (**Отв.:** 3,6 Н).

2.85. Под действием силы 4 Н пружина удлиняется на 2 см. Какая сила вызовет удлинение этой же пружины на 8 см (**Отв.:** 16 Н).

2.86. Электровоз толкает вагон массой $6 \cdot 10^4$ кг, при этом он движется с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Определить на сколько сжимается буферная пружина, если ее жесткость равна $5 \cdot 10^4$ Н/м. Трением пренебречь. (**Отв.:** 0,12 м).

2.87.* Тело массой 3 кг тянут равномерно по горизонтальной поверхности с помощью горизонтально расположенной пружины, удлинение которой равно 0,035 м. Найти жесткость пружины, если коэффициент трения между телом и поверхностью равен 0,1. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 84 Н/м).

2.88.* Если подвесить на пружине, верхний конец которой закреплен, тело массой 0,4 кг, ее удлинение равно 0,01 м. Чему равно удлинение этой же пружины, если на нее подвешено тело массой 0,8 кг? (**Отв.:** 0,02 м).

2.89.* Электровоз толкает вагон массой $6 \cdot 10^4$ кг. При этом буферная пружина сжимается на 9 см. С каким ускорением движется вагон, если жесткость пружины равна $8 \cdot 10^4$ Н/м? Трением пренебречь. (**Отв.:** $0,12 \text{ м/с}^2$).

2.90.* Чему равна жесткость пружины, если при подъеме груза массой 1,5 кг с ускорением $0,7 \text{ м/с}^2$ ее удлинение равно 1,5 см? Соппротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 1,05 кН/м).

2.91.* Грузовик массой 5 т, двигаясь по выпуклому мосту,

давит на его середину с силой 9 кН. Определить центростремительное ускорение грузовика в данной точке. Ускорение силы тяжести принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 8 м/с^2).

2.92.* Двигаясь по выпуклому мосту радиуса 80 м со скоростью 72 км/ч, автомобиль давит на его середину с силой 7 кН. Определите массу автомобиля, считая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1400 кг).

2.93.* Горизонтальный диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой $\nu = 30 \text{ мин}^{-1}$. Наибольшее расстояние от оси вращения, на котором удерживается тело на диске, $l = 20 \text{ см}$. Чему равен коэффициент трения о диск. Считать $\pi^2 = 10$, а ускорение силы тяжести $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,2).

2.94.* Определить скорость движения автомобиля массой 4 т по выпуклому мосту с радиусом кривизны 36 м, если он давит на его середину с силой 30,2 кН. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 9 м/с).

2.95.* Движущийся автомобиль массой 1,5 т давит на середину выпуклого моста радиуса $R = 100 \text{ м}$ с силой 9 кН. Определить скорость автомобиля, принимая ускорение силы тяжести $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 20 м/с).

2.96.* Тело, подвешенное на нити длиной 90 см вращается в вертикальной плоскости. Определить скорость тела в верхней точке, если известно, что натяжение нити в этой точке равно нулю. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 3 м/с).

2.97.* С какой максимальной скоростью может двигаться автомобиль на горизонтальной дороге по закруглению радиуса 25 м, если коэффициент трения между колесами и дорогой равен 0,4. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10 м/с).

2.98.* Математический маятник имеет массу 0,1 кг и длину 1 м. В момент, когда он образует угол 60° с вертикалью, его скорость равна 2 м/с. Каково в этот момент натяжение нити? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,9 Н).

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

2.99.** Определить отношение сил, с которыми автомобиль давит на середину выпуклого моста и середину вогнутого моста, если скорость автомобиля в обоих случаях равна 36 км/ч, а радиус кривизны мостов $R = 40$ м. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (Отв.: 0,6).

2.100.** Найти силу, с которой автомобиль массой $m = 1,5$ т, движущийся со скоростью $v = 20$ м/с, давит на середину выпуклого моста радиуса $R = 100$ м. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (Отв.: 9 кН).

2.101.** На горизонтальном диске, вращающемся вокруг вертикальной оси на расстоянии 26 см от нее, укреплен вертикальный стержень с нитью привязанной к верхнему концу. К другому концу нити длиной 20 см привязан шарик массой m . С какой угловой скоростью вращается диск, если нить составляет с вертикалью угол 45° ? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{2} = 1,4$. (Отв.: 5 с^{-1}).

Глава 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ. РАБОТА И МОЩНОСТЬ

3.1. Два одинаковых шарика движутся в горизонтальной плоскости с одинаковыми скоростями навстречу друг другу вдоль одной прямой. Чему равен суммарный импульс шариков? (Отв.: 0).

3.2. Два одинаковых шарика массами $m = 0,05$ кг движутся с одинаковыми скоростями $v = 4$ м/с вдоль одной прямой один за другим. Чему равен суммарный импульс шариков? (Отв.: $0,4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$).

3.3. Тело массой 5 кг движется со скоростью 9 м/с, а тело массой 3 кг движется со скоростью 5 м/с. Определить отношение импульсов первого и второго тела. (Отв.: 3).

3.4. Два одинаковых шарика массами $m = 0,05$ кг движутся в горизонтальной плоскости с одинаковыми скоростями $v = 4$ м/с под углом $\alpha = 90^\circ$ друг к другу. Чему равен суммарный импульс шариков? Считать $\sqrt{2} = 1,4$. (**Отв.:** 0,28 кг·м/с).

3.5. Отношение скоростей двух тел $v_1/v_2 = 5$. Чему равно отношение их импульсов p_1/p_2 , если отношение масс этих тел $m_1/m_2 = 2,5$? (**Отв.:** 2).

3.6. Два одинаковых тела с массами $m = 2$ кг движутся в горизонтальной плоскости навстречу друг другу вдоль одной прямой. Суммарный импульс тел равен 5 кг·м/с. На сколько отличаются скорости этих тел? (**Отв.:** 2,5 м/с).

3.7. Суммарный импульс двух тел массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 5$ кг, движущихся вдоль одной прямой равен 12 кг·м/с. Чему равна скорость первого тела, если скорость второго равна 3 м/с? (**Отв.:** -1,5 м/с).

3.8. Суммарный импульс двух тел массами $m_1 = 4$ кг и $m_2 = 1$ кг, движущихся в горизонтальной плоскости под прямым углом друг к другу, равен 15 кг·м/с. Чему равна скорость второго тела, если скорость первого $v_1 = 3$ м/с? (**Отв.:** 9 м/с).

3.9. Суммарный импульс двух одинаковых тел массами 2 кг, движущихся вдоль одной прямой один за другим, равен 12 кг·м/с. Скорость первого тела $v_1 = 1$ м/с. Чему равна скорость второго тела v_2 ? (**Отв.:** 5 м/с).

3.10. Два тела, суммарный импульс которых равен 10 кг·м/с, движутся в горизонтальной плоскости вдоль одной прямой одно за другим. После абсолютно упругого удара первого тела о вертикальную стенку, расположенную перпендикулярно направлению движения суммарный импульс тел стал равным 6 кг·м/с. Чему равен импульс второго тела? (**Отв.:** 8 кг·м/с).

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

3.11. Тележка массой 100 кг, двигаясь прямолинейно, увеличила свою скорость от 2,5 м/с до 3,6 м/с. Найти изменение импульса тележки. (**Отв.:** 110 кг·м/с).

3.12. Автомобиль массой 1100 кг, движущийся прямолинейно, увеличил свою скорость относительно Земли от 5 м/с до 10 м/с. Найти изменение его импульса. (**Отв.:** 5500 кг·м/с).

3.13. Футболист ударяет по неподвижному мячу массой 0,7 кг со средней силой в 595 Н. Найти скорость мяча после удара, если длительность удара равна 0,02 с. (**Отв.:** 17 м/с).

3.14. Тело массой 4 кг имеет импульс, модуль которого равен 16 кг·м/с. Чему равен модуль скорости тела? (**Отв.:** 4 м/с).

3.15. Мяч массой 0,1 кг летевший со скоростью 30 м/с перпендикулярно стене после упругого удара, который длился 0,1 с, отскочил от нее без потери скорости. Найти среднюю силу удара. (**Отв.:** 60 Н).

3.16. Тело массой $m = 0,2$ кг падает с высоты $h = 7,2$ м без начальной скорости. Чему равен импульс тела у поверхности Земли? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 2,4 кг·м/с).

3.17. Тело массой $m_1 = 0,6$ кг сталкивается с неподвижным телом массой $m_2 = 0,3$ кг, после чего тела движутся вместе со скоростью $v = 4$ м/с. Определить скорость первого тела до столкновения. (**Отв.:** 6 м/с).

3.18. Тело массой 0,8 кг скользит по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 12 м/с. На своем пути оно встречает неподвижное тело и после удара они движутся как одно целое со скоростью 0,03 м/с. Определить массу второго тела. (**Отв.:** 319,2 кг).

3.19. Два тела массами 4 кг и 1 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 10 м/с и 5 м/с, соответственно. Найти модуль их скорости после абсолютно неупругого удара. (**Отв.:** 7 м/с).

3.20. Тело массой 0,2 кг скользит по гладкой горизонтальной плоскости со скоростью 5 м/с. На своем пути оно встречается неподвижное тело массой 0,3 кг и сталкивается с ним. Определить скорость движения тел как одно целое после их неупругого удара. (**Отв.:** 2 м/с).

3.21.* Граната, летевшая со скоростью 21 м/с разорвалась на два осколка. Большой осколок, масса которого составляет 0,7 массы всей гранаты, продолжает двигаться в прежнем направлении со скоростью 60 м/с. Найти модуль скорости меньшего осколка. (**Отв.:** 70 м/с).

3.22.* Ракета массой 5 т летит со скоростью 440 м/с. От нее отделяется головная часть массой 2 т и летит со скоростью 500 м/с в направлении скорости ракеты. С какой скоростью будет продолжать лететь оставшаяся часть ракеты? (**Отв.:** 400 м/с).

3.23.* Мальчик массой 50 кг, стоящий на коньках на гладком льду, бросает под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту камень массой 1 кг. С какой скоростью начнет скользить мальчик, если начальная скорость камня равна 20 м/с? (**Отв.:** 0,2 м/с).

3.24.* Мальчик массой 60 кг прыгает в неподвижную лодку массой 40 кг. Найти скорость лодки после прыжка, если скорость мальчика в момент абсолютно неупругого столкновения с лодкой равна 4 м/с и направлена под углом 60° к горизонту. (**Отв.:** 1,2 м/с).

3.25.* Ядро массой 10 кг, летевшее в горизонтальном направлении со скоростью 40 м/с, разорвалось на две части. Скорость осколка массой 6 кг равна нулю. Найти скорость второго осколка. (**Отв.:** 100 м/с).

3.26.* С тележки массой 40 кг, движущейся по горизонтальному пути со скоростью 4 м/с, прыгает человек массой 80 кг со скоростью 6 м/с относительно Земли, направленной горизонтально в сторону движения тележки. Найти скорость тележки после прыжка. (**Отв.:** 0).

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

3.27.* Футболист, ударяя неподвижный мяч массой 0,8 кг, сообщает ему скорость 12 м/с. Считая длительность удара равной 0,03 с, определить среднюю силу удара. (**Отв.:** 320 Н).

3.28.* Граната, летевшая со скоростью 12 м/с, разорвалась на два осколка. Меньший осколок, масса которого равна 0,2 от массы всей гранаты, при этом движется в направлении противоположном движению гранаты, со скоростью 10 м/с. Найти скорость большого осколка сразу после разрыва гранаты. (**Отв.:** 17,5 м/с).

3.29.* Мяч массой 0,1 кг падает, вертикально с высоты 5 м без начальной скорости и после удара о стальную плиту подпрыгнул на начальную высоту. Найти изменение количества движения мяча. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 2 кг·м/с).

3.30. На тележку массой 80 кг, движущуюся со скоростью 5 м/с по горизонтальному пути, сверху поставили тело массой 20 кг. Чему стала равна при этом скорость тележки? (**Отв.:** 4 м/с).

3.31. Тележка с песком массой 275 кг движется с постоянной скоростью 15 м/с. Какой будет скорость тележки после того, как в нее насыпали сверху еще 25 кг песка? Трением пренебречь. (**Отв.:** 13,75 м/с).

3.32. Неподвижный вагон массой $2 \cdot 10^4$ кг сцепляется с платформой массой 300 кг. До сцепки платформа имела скорость 2 м/с. Чему равна скорость вагона и платформы после сцепки? (**Отв.:** 1,2 м/с).

3.33. На подножку вагонетки массой 300 кг, которая движется прямолинейно со скоростью 1,9 м/с, прыгает человек массой 80 кг в направлении, перпендикулярном к направлению движения вагонетки. Определить скорость вагонетки вместе с человеком. (**Отв.:** 1,5 м/с).

3.34.* Вагон массой 40 т движется со скоростью 2 м/с и догоняет сзади вагон массой 60 т, движущийся со скоростью 1 м/с. На сколько уменьшилась скорость первого вагона после абсолютно неупругого удара вагонов? (**Отв.:** 0,6 м/с).

3.35.** Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули $m = 10$ г, а скорость пули при вылете из канала ствола $v = 300$ м/с. Автомат делает $n = 300$ выстрелов в минуту. (**Отв.:** 15 Н).

3.36.* С лодки массой 20 кг, движущейся со скоростью 4 м/с, прыгает мальчик со скоростью 2 м/с относительно Земли, в направлении противоположном движению лодки. Найти скорость лодки после прыжка мальчика, если его масса равна 40 кг. (**Отв.:** 16 м/с).

3.37. На тело действует сила 150 Н, направленная под углом 60° к направлению его прямолинейного перемещения. Найти работу, производимую этой силой при перемещении тела на 6 м. (**Отв.:** 450 Дж).

3.38. Мальчик тянет санки, прилагая к веревке силу 100 Н. Угол между веревкой и горизонтальным направлением равен 36° . Найти работу, производимую мальчиком на расстоянии 42 м. Принять $\cos 36^\circ = 0,81$. (**Отв.:** 3402 Дж).

3.39. Перемещая груз с помощью веревки на расстоянии 20 м по горизонтальной поверхности совершают работу 172 Дж. Угол между веревкой и горизонтальной поверхностью равен 30° . Найдите силу натяжения веревки. Считать $\cos 30^\circ = 0,86$. (**Отв.:** 10 Н).

3.40.* При движении по гладкой горизонтальной плоскости тела массой 3 кг на пути 4,8 м была совершена работа 36 Дж. С каким ускорением двигалось тело? (**Отв.:** $2,5 \text{ м/с}^2$).

3.41. Свободно падающее с высоты 5 м тело совершает работу $A = 4,9$ Дж. Найдите массу этого тела, приняв ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 0,1 кг).

3.42. Мощность двигателя мотоцикла равна 10,8 кВт. Определить скорость мотоцикла, при которой сила тяги равна 270 Н. (**Отв.:** 40 м/с).

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

3.43. Двигаясь со скоростью 20 м/с автомобиль развивает силу тяги 2700 Н. Какова мощность двигателя? (**Отв.:** 54 кВт).

3.44. Мощность двигателя мотоцикла равна 30,15 кВт. Определите его силу тяги при скорости 45 км/ч. (**Отв.:** 2412 Н).

3.45. Мяч массой 0,7 кг падает вниз с высоты 10 м. Найти работу совершенную при этом силой тяжести. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 68,6 Дж).

3.46.* Мяч массой 0,25 кг, брошенный вертикально вверх со скоростью 12 м/с, упал в место бросания со скоростью 8 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха. (**Отв.:** –10 Дж).

3.47.** Двигатели тепловоза при движении поезда со скоростью $v = 54 \text{ км/ч}$ потребляют мощность $P = 90 \text{ кВт}$. Коэффициент полезного действия двигателей и передающих механизмов вместе равен 80%. Определить силу тяги, развиваемую двигателями. (**Отв.:** 4,8 кН).

3.48.* Автомобиль массой 2 т, трогаясь с места, движется равноускорено и через 4 с приобретает скорость равную 10 м/с. Какую мощность должен развить его двигатель? (**Отв.:** 25 кВт).

3.49.* Покоящееся тело под действием силы $F = 12 \text{ Н}$, пройдя расстояние $s = 15 \text{ м}$, приобретает скорость $v = 3 \text{ м/с}$. Найти массу тела. (**Отв.:** 40 кг).

3.50.* Какую работу совершает человек при перемещении тела массой 1,5 кг по гладкой горизонтальной плоскости на пути 5 м с ускорением 4 м/с^2 ? (**Отв.:** 30 Дж).

3.51.* Груз массой 2 кг поднят на высоту 2 м равноускорено с ускорением $5,2 \text{ м/с}^2$. Найдите работу силы, поднимающей груз. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 60 Дж).

3.52.* Под действием постоянной силы 400 Н, составляющей угол 60° с направлением перемещения, тело прошло из состояния

покою 60 м за 20 с. Определите среднюю мощность, развиваемую этой силой. (Отв.: 600 Вт).

3.53.* Скорость свободного падения тела массой 2 кг на некотором пути увеличилась от 1 м/с до 5 м/с. Найти работу силы тяжести. (Отв.: 24 Дж).

3.54.* Автомобиль массой 1 т, развивающий мощность 49 кВт, поднимается равномерно в гору. Определить скорость подъема, если угол наклона горы $\alpha = 30^\circ$. Сопротивлением движению пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10 м/с).

3.55.** Какую работу совершил мальчик, стоящий на гладком льду, сообщив санкам начальную скорость $v_1 = 5 \text{ м/с}$ относительно льда, если масса санок $m_1 = 4 \text{ кг}$, а масса мальчика $m_2 = 20 \text{ кг}$? Трением о лед полозьев санок и ног мальчика можно пренебречь. (Отв.: 60 Дж).

3.56.** Стоящий на гладком льду мальчик толкает санки, совершая при этом работу $A = 38,4 \text{ Дж}$. Какова начальная скорость санок, если их масса $m_1 = 4 \text{ кг}$, а масса мальчика $m_2 = 20 \text{ кг}$? Трением о лед полозьев санок и ног мальчика можно пренебречь. (Отв.: 4 м/с).

3.57.** Какую работу надо совершить, чтобы поднять из колодца глубиной 10 м ведро массой 13 кг, если масса каната равна 4 кг. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,47 кДж).

3.58.** Автомобиль массой 2 т, развивающий мощность 69,3 кВт, поднимается в гору со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$. Определить угол (в градусах) наклона горы. Сопротивлением движению пренебречь. $\sqrt{2}/2 = 0,7071$; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 45°).

3.59. Чему равна масса тела, если при скорости движения 3 м/с, оно обладает кинетической энергией 4,5 кДж? (Отв.: 1000 кг).

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

3.60. Тело массой $m = 1$ кг обладает кинетической энергией равной 0,245 Дж. Найти скорость тела. (Отв.: 0,7 м/с).

3.61.* Тело массой 3 кг брошено вертикально вверх со скоростью 4 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти потенциальную энергию тела в наивысшей точке подъема. (Отв.: 24 Дж).

3.62. Импульс тела массой 2 кг равен 8 кг·м/с. Чему равна его кинетическая энергия? (Отв.: 16 Дж).

3.63. Импульс тела равен 4 кг·м/с, а его кинетическая энергия равна 16 Дж. Найти массу этого тела. (Отв.: 0,5 кг).

3.64. Тело свободно падает с высоты 60 м. На какой высоте кинетическая и потенциальная энергии тела окажутся равными? (Отв.: 30 м).

3.65.* Тело массой 1,5 кг падает свободно с высоты 27 м. Чему равна его кинетическая энергия на высоте 17 м? Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с². (Отв.: 147 Дж).

3.66. Во сколько раз потенциальная энергия тела на высоте 11,5 м больше его же потенциальной энергии на высоте 4,6 м? Высоты измеряются над одной и той же поверхностью. (Отв.: 2,5).

3.67.* Найти кинетическую энергию тела массой 2 кг, падающего без начальной скорости, через 3 с после начала падения. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (Отв.: 900 Дж).

3.68.* Движущийся по прямолинейному пути автомобиль увеличил свою скорость относительно Земли от 15 до 25 м/с. Найти массу автомобиля, если изменение его импульса равно 15000 кг·м/с. (Отв.: 1500 кг).

3.69.* Свинцовый шар массой 0,6 кг, движущийся со скоростью

16 м/с, сталкивается с неподвижным шаром из воска массой 0,2 кг, после чего оба шара движутся вместе. Определить кинетическую энергию шаров после удара. (Отв.: 57,6 Дж).

3.70.* Шарик из воска массой 0,1 кг движется со скоростью 3 м/с и догоняет такой же шарик, который движется со скоростью 1 м/с. Определить кинетическую энергию шаров после абсолютно неупругого удара. (Отв.: 0,4 Дж).

3.71.** Конькобежец, стоящий на коньках на гладком льду, бросает горизонтально камень массой $m = 0,4$ кг. Спустя время $t = 1,5$ с камень достигает берега, пройдя расстояние 30 м. С какой скоростью начинает скользить конькобежец, если его масса $M = 40$ кг. Трением коньков и камня о лед пренебречь. (Отв.: 0,2 м/с).

3.72.* Тело массой 4 кг падает свободно с высоты 12 м. Найти его кинетическую энергию на высоте 7 м над поверхностью Земли. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (Отв.: 196 Дж).

3.73.* Потенциальная энергия тела на высоте 637 м над поверхностью Луны равна потенциальной энергии этого же тела на высоте 104 м над поверхностью Земли. Найти ускорение свободного падения на Луне, если на Земле оно равно 9,8 м/с². (Отв.: 1,6 м/с²).

3.74.* Тело падает вертикально вниз с высоты 6,75 м над поверхностью Земли, имея начальную скорость равную 5 м/с и направленную вертикально вниз. На какой высоте над поверхностью Земли его кинетическая и потенциальная энергии равны друг другу? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (Отв.: 4 м).

3.75.** Стоящий на гладком льду мальчик толкает санки, совершая при этом работу $A = 60$ Дж. Какова начальная скорость

Законы сохранения в механике. Работа и мощность

санок, если их масса $m = 4$ кг, а масса мальчика $M = 20$ кг. Трением о лед полозьев и ног мальчика можно пренебречь. (Отв.: 5 м/с).

3.76.** Тело массой 0,3 кг брошено вертикально вверх с начальной скоростью 4 м/с. Чему равна потенциальная энергия этого тела на высоте, равной половине максимальной высоты, на которую оно поднимается? (Отв.: 1,2 Дж).

3.77.* Тело массой 1,5 кг падает свободно с некоторой высоты и в момент падения на Землю имеет скорость 12 м/с. При этом сила сопротивления воздуха совершила работу (-18) Дж. Определить высоту, с которой тело упало. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 . (Отв.: 8,4 м).

3.78.* Определить работу, совершенную при подъеме тела массой 5 кг на высоту 15 м, если скорость при этом увеличивается от нуля до 4 м/с. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 775 Дж).

3.79.* На покоящееся тело массой 3 кг начала действовать постоянная сила, которая через одну секунду сообщила телу кинетическую энергию 1,5 Дж. Найти модуль этой силы. (Отв.: 3 Н).

3.80.* Скорость свободно падающего тела массой 5 кг на некотором пути увеличилась до 9 м/с. При этом действующая на него сила тяжести совершила работу в 180 Дж. Какова была скорость тела в начале этого пути? (Отв.: 3 м/с).

3.81.* Мяч массой 0,7 кг, брошенный вертикально вверх со скоростью 20 м/с, упал в ту же точку. При этом сила сопротивления воздуха совершила работу $(-50,4)$ Дж. Определить скорость мяча в момент падения. (Отв.: 16 м/с).

3.82.* Автомобиль массой 1 т при резком торможении прошел до полной остановки 20 м за 4 с. Определить работу силы трения. (Отв.: -50 кДж).

3.83.* Пуля массой 8 г влетает в доску толщиной 8 см со скоростью 1 км/с и вылетает из нее со скоростью 200 м/с. Определите среднюю силу сопротивления доски. (**Отв.:** 48 кН).

3.84.* Мяч, брошенный вертикально вверх со скоростью 30 м/с, упал в ту же точку со скоростью 25 м/с. При этом сила сопротивления воздуха совершила работу $(-68,75)$ Дж. Определить массу мяча. (**Отв.:** 0,5 кг).

3.85.* При быстром торможении, трамвай уменьшил свою скорость в 3 раза за 4 с. Найти начальную скорость трамвая, если коэффициент трения колес о рельсы равен 0,2. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 12 м/с).

3.86.* Камень, скользящий по горизонтальной поверхности, имеет начальную скорость равную 8 м/с. Через какое время его скорость уменьшится вдвое, если коэффициент трения между камнем и поверхностью равен 0,05. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 8 с).

3.87.** Автомобиль массой 4 т, движется со скоростью 15 м/с и при торможении останавливается, пройдя путь 25 м. Определить модуль силы трения. (**Отв.:** 18 кН).

3.88.** Какой путь пройдет автомобиль с начала резкого торможения до полной остановки, если его начальная скорость равна 15 м/с, коэффициент трения скольжения колёс о дорогу равен 0,5? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 22,5 м).

3.89.* Какую работу совершил мальчик, стоящий на гладком льду, сообщив санкам начальную скорость $v_0 = 4 \text{ м/с}$ относительно льда, если масса санок $m = 4 \text{ кг}$, а масса мальчика $M = 20 \text{ кг}$? Трением о лед полозьев и ног мальчика можно пренебречь. (**Отв.:** 38,4 Дж).

3.90.** Тело массой 1 кг падает без начальной скорости и через 1 с приобретает скорость равную 8 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** -8 Дж).

Глава 4. СТАТИКА. ЖИДКОСТИ И ГАЗЫ

4.1. На тело действуют две взаимно перпендикулярные силы, равнодействующая которых равна 5 Н. Найти модуль одной из составляющих, если модуль другой равен 3 Н. (**Отв.:** 4 Н).

4.2. На материальную точку действуют две взаимно перпендикулярные силы в 9 Н и 12 Н. Найти модуль их равнодействующей. (**Отв.:** 15 Н).

4.3. Найти модуль равнодействующей двух сил 12 Н и 16 Н, приложенных к телу под прямым углом друг к другу. (**Отв.:** 20 Н).

4.4. Результирующая двух взаимно перпендикулярных сил, приложенных к телу, равна 10 Н. Найти величину одной из них, если вторая сила равна 8 Н. (**Отв.:** 6 Н).

4.5. На материальную точку действуют три силы по 60 Н каждая, причем углы между первой и второй, а также между второй и третьей силами равны 45° . Найти модуль равнодействующей этих трех сил. $\sqrt{2} = 1,4$. (**Отв.:** 144 Н).

4.6. На парашютиста массой 100 кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, вертикальная составляющая, которой равна 200 Н, а горизонтальная – 600 Н. Найти модуль равнодействующей всех сил. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** 1 кН).

4.7. Груз массой $m = 3 \text{ кг}$ подвешен на динамометре. Снизу груз тянут с силой 15 Н. Какую силу показывает динамометр? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 15 Н).

4.8. На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 70 кг. Найти силу реакции

наклонной плоскости. Считать ускорение свободного падения 10 м/с^2 , а $\cos 30^\circ = 0,86$. (Отв.: 602 Н).

4.9. С какой минимальной горизонтальной силой необходимо прижать брусок массой $5,4 \text{ кг}$ к вертикальной стене, чтобы он не соскользнул вниз? Коэффициент трения между бруском и стенкой равен $0,18$, а ускорение свободного падения равно $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 294 Н).

4.10. На столе лежит тело массой 2 кг . Чему равна сила реакции стола? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 19,6 Н).

4.11. Груз массой 2 кг подвешен на динамометре. Снизу груз тянут силой 10 Н . Что показывает динамометр? Принять $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 29,6 Н).

4.12. Подвешенный на динамометре груз массой 3 кг лежит на столе. Какова сила реакции стола, если динамометр показывает силу 15 Н ? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 14,4 Н).

4.13. На столе лежит тело массой m . Во сколько раз увеличится сила реакции стола, если на это тело положить другое тело массой $0,5m$? (Отв.: 1,5).

4.14. К двум последовательно соединенным динамометрам подвешен груз массой 1 кг . Что покажет нижний динамометр? Считать $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 9,8 Н).

4.15. К двум последовательно соединенным динамометрам подвешен груз массой 3 кг . Что покажет верхний динамометр, если масса нижнего равна $0,2 \text{ кг}$? Считать $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 31,36 Н).

4.16. На нити висит груз массой $m_1 = 5 \text{ кг}$. Во сколько раз увеличится натяжение нити, если к грузу m_1 , прицепить другой груз массой $m_2 = 15 \text{ кг}$? (Отв.: 4).

4.17.* На наклонной плоскости, составляющей угол 45° с горизонтом, лежит тело. Найти массу этого тела, если сила реакции наклонной плоскости равна 630 Н. Считать ускорение свободного падения равным 10 м/с^2 , а $\cos 45^\circ = 0,7$. (**Отв.:** 90 кг).

4.18.* Тело массой 100 кг висит на веревке. Найти величину горизонтальной силы F (см. *рис. 4.1*), которая оттягивает тело, если веревка образует с вертикалью угол 60° . Принять ускорение свободного падения равным $9,8 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{3} \approx 1,7$. (**Отв.:** 1666 Н).

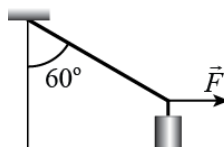


Рис. 4.1

4.19.* Определить силу сжимающую стержень BC , если сила тяжести подвешенного в точке B груза равна 261 Н, $AC = 0,9 \text{ м}$, $BC = 1,2 \text{ м}$ (см. *рис. 4.2*). (**Отв.:** 348 Н).

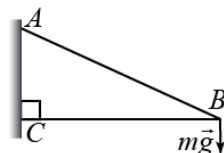


Рис. 4.2

4.20.* Балка длиной 10 м лежит на опорах как показано на *рисунке 4.3*. На расстоянии 2 м от левого конца балки лежит груз весом 500 Н. Определить на сколько сила действия балки на левую опору больше силы действия на правую опору. (**Отв.:** 300 Н).



Рис. 4.3

4.21.* На тело массой 5 кг, находящееся на горизонтальной плоскости, действует сила $F = 16 \text{ Н}$, направленная под углом 30° к горизонту. Найти силу нормальной реакции плоскости. Считать ускорение свободного падения равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 41 Н).

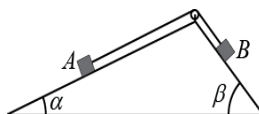


Рис. 4.4

4.22.* Груз A массой $\sqrt{3} \text{ кг}$ и груз B , лежащие в равновесии на гладких наклонных плоскостях, соединены нитью, перекинутой через блок, как показано на *рисунке 4.4*. Определить массу груза B , если

углы наклона плоскостей к горизонту $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$. (Отв.: 1 кг).

4.23.* Определить силу, растягивающую стержень AC (см. рис. 4.5), если сила тяжести подвешенного в точке A груза равна 300 Н, $AC = 0,2$ м, $BC = 0,3$ м. (Отв.: 200 Н).

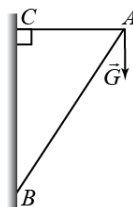


Рис. 4.5

4.24.* В середине троса подвешен груз массой 10 кг (см. рис. 4.6). При этом угол между тросом и вертикалью равен 60° . Найти натяжение троса. Принять $g = 9,8$ м/с². (Отв.: 98 Н).

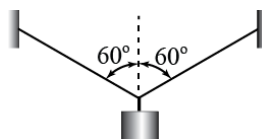


Рис. 4.6

4.25.* В середине троса подвешен груз, так что между вертикалью и тросом угол равен 45° . Найти массу груза, если натяжение троса равно 105 Н. Принять $\sqrt{2} = 1,4$, $g = 10$ м/с². (Отв.: 14,7 кг).

4.26.* Проволока, на которой висит груз массой $m = 15$ кг отводится в новое положение силой $F = 200$ Н, приложенной к грузу и действующей в горизонтальном направлении. Найти силу натяжения проволоки. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 250 Н).

4.27.* Брусек массой 4 кг лежит на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,3. К бруску прикладывают две горизонтальные силы: $F_1 = 14$ Н и противоположную ей силу F_2 . При каком минимальном значении силы F_2 брусек находится в равновесии? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (Отв.: 2 Н).

4.28.* Фонарь массой 5 кг висит на веревке (см. рис. 4.7). Найти натяжение веревки в положении, когда горизонтальная сила F оттягивает фонарь так, что веревка образует с вертикалью угол 45° . Принять $\sqrt{2} = 1,4$, $g = 9,8$ м/с². (Отв.: 68,6 Н).

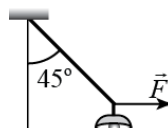


Рис. 4.7

4.29.* На брусок массой 50 кг, находящийся в покое на шероховатой поверхности, действует сила $F = 220$ Н, направленная так, как показано на *рисунке 4.8*. Найти нормальную реакцию поверхности. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с², $\sqrt{3} = 1,7$. (**Отв.:** 677 Н).

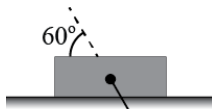


Рис. 4.8

4.30.* Электрическая лампа весом 20 Н подвешена к потолку на шнуре BC (см. *рис. 4.9*), а затем оттянута к стене веревкой AB . Определить на сколько натяжение шнура BC больше натяжения веревки AB , если углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 135^\circ$. Считать ($\sqrt{2} = 1,4$, $\sqrt{3} = 1,7$). (**Отв.:** 3,92 Н).

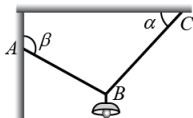


Рис. 4.9

4.31.* Груз висит на двух тросах (см. *рис. 4.10*). Угол $ACB = 120^\circ$. Сила тяжести груза равна 258 Н. Определите силу натяжения троса AC . Принять $\cos 30^\circ = 0,86$. (**Отв.:** 300 Н).

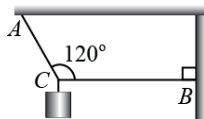


Рис. 4.10

4.32.* Нижний конец стержня AB укреплен шарнирно к вертикальной стене AC (см. *рис. 4.11*). К верхнему концу B стержня привязана нить BC , удерживающая стержень в равновесии. Найти натяжение нити, если $AB = BC = AC$, а вес стержня равен 0,4 Н. (**Отв.:** 0,2 Н).

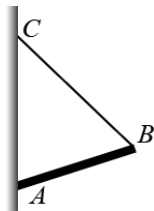


Рис. 4.11

4.33.* Антенна (см. *рис. 4.12*) действует на верхний конец мачты в горизонтальном направлении с силой 600 Н. Мачта укреплена оттяжкой AB длиной 13 м. Определите силу, сжимающую мачту, если высота $AC = 12$ м. (**Отв.:** 1,44 кН).

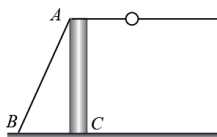


Рис. 4.12

4.34.* К телу под прямым углом друг к другу приложены силы 5 Н и 12 Н. Определить массу тела, если под действием этих сил оно движется равномерно. Коэффициент трения $\mu = 0,05$, $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 26 кг).

4.35. К концам невесомого стержня длиной 1,4 м подвешены грузы массами 4 кг и 3 кг. На каком расстоянии от конца, к которому подвешен груз массой 4 кг, следует подпереть стержень, чтобы он находился в равновесии? (**Отв.:** 0,6 м).

4.36. Во сколько раз увеличится момент силы, если модуль силы увеличится в 3 раза, а ее плечо уменьшится в 1,5 раза? (**Р.:** 2).

4.37. Во сколько раз увеличится момент силы, если силу увеличить в 7,5 раза, а плечо уменьшить в 5 раз? (**Отв.:** 1,5).

4.38. На тело, имеющее ось вращения, действуют силы $F_1 = 70 \text{ Н}$ и $F_2 = 96 \text{ Н}$. Их плечи $d_1 = 0,48 \text{ м}$ и $d_2 = 0,7 \text{ м}$. Найти отношение моментов первой и второй сил. (**Отв.:** 0,5).

4.39. Найти силу F (см. рис. 4.13), если ее момент относительно точки O равен $96 \text{ Н}\cdot\text{м}$, расстояние $OA = \sqrt{3} \text{ м}$, угол $\alpha = 120^\circ$. (**Отв.:** 64 Н).

4.40. Пользуясь рисунком 4.13, определить момент силы 60 Н, если известно $OA = 1,4 \text{ м}$ и $\alpha = 150^\circ$. (**Отв.:** $42 \text{ Н}\cdot\text{м}$).

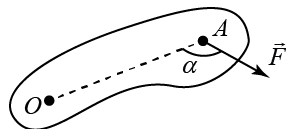


Рис. 4.13

4.41. Пользуясь рисунком 4.13, определить силу F , если её момент относительно точки O равен $9 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $OA = 1,5 \text{ м}$, а угол $\alpha = 30^\circ$. (**Отв.:** 12 Н).

4.42. Найти момент силы $F = 60 \text{ Н}$ относительно точки O , если $OA = 1,6 \text{ м}$, а угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рис. 4.13). (**Отв.:** $48 \text{ Н}\cdot\text{м}$).

4.43. На тело, имеющее неподвижную ось вращения проходящую через точку O , действуют две силы: $F_1 = 15$ Н и $F_2 = 9$ Н (см. рис. 4.14). Чему равно плечо силы F_2 , если плечо силы F_1 равно 0,03 м, а тело находится в равновесии? (**Отв.:** 0,05 м).

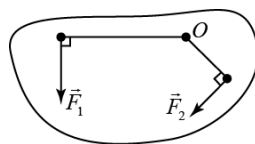


Рис. 4.14

4.44. На тело, имеющее неподвижную ось вращения проходящую через точку O , действуют две силы: $F_1 = 20$ Н, и F_2 (см. рис. 4.14). Плечи сил F_1 и F_2 соответственно равны 0,03 м и 0,05 м. Тело находится в равновесии. Чему равна сила F_2 ? (**Отв.:** 12 Н).

4.45. На невесомый стержень ABC (см. рис. 4.15) действуют силы $F_1 = 20$ Н и $F_2 = 36$ Н, направленные перпендикулярно к стержню. Найти величину плеча AB , если $BC = 0,4$ м и стержень находится в равновесии. (**Отв.:** 0,72 м).

4.46. Определить модуль силы F_2 , под действием которой рычаг, изображенный на рисунке 4.15, будет находиться в равновесии, если $F_1 = 50$ Н, $CB = 0,5$ м, $BA = 0,7$ м. (**Отв.:** 70 Н).

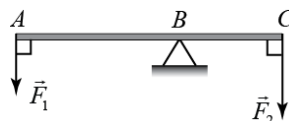


Рис. 4.15

4.47. На невесомый стержень ABC (см. рис. 4.15), где $AB = 0,6$ м и $BC = 0,8$ м, действуют силы F_1 и F_2 перпендикулярно к стержню. Найти величину силы F_1 , при которой стержень находится в равновесии, если $F_2 = 48$ Н. (**Отв.:** 64 Н).

4.48.* Невесомый стержень ABC длиной $AC = 2,4$ м может свободно вращаться вокруг своего конца A . В точке B подвешено тело массой 80 кг, которое удерживается в равновесии силой $F = 294$ Н, действующей вертикально вверх в точке C (см. рис. 4.16). Найти, чему равно расстояние AB ? Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 0,9 м).

4.49.* Невесомый стержень ABC может вращаться свободно вокруг своего конца A . В точке B подвешено тело массой 50 кг (см. рис. 4.16). Какую силу необходимо приложить к точке C , чтобы система находилась в равновесии, если $AB = 0,9\text{ м}$ и $BC = 0,6\text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 9,8\text{ м/с}^2$. (Отв.: 294 Н).

4.50.* Однородный стержень длиной l , находится в равновесии, если на одном его конце прикрепить груз массой 3 кг . Найти массу стержня, если $AB = l/4$ (см. рис. 4.17). (Отв.: 3 кг).

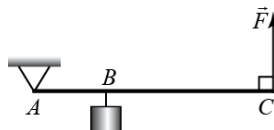


Рис. 4.16

4.51.* Труба массой $m = 400\text{ кг}$ лежит на земле. Какую силу нужно приложить, чтобы приподнять ее за один из концов. Принять $g = 10\text{ м/с}^2$. (Отв.: 2 кН).

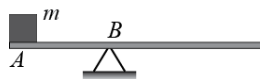


Рис. 4.17

4.52.* Балка лежит на земле. Для того, чтобы поднять балку за один конец необходимо приложить силу $F = 3\text{ кН}$. Чему равна масса балки? Принять $g = 10\text{ м/с}^2$. (Отв.: 600 кг).



Рис. 4.18

4.53.* Однородный стержень массой 7 кг (см. рис. 4.19) может вращаться вокруг своего конца A . Найти модуль силы F , которая удерживает его в равновесии в горизонтальном положении, если $\alpha = 150^\circ$. Принять $g = 9,8\text{ м/с}^2$. (Отв.: $68,6\text{ Н}$).

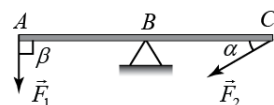


Рис. 4.19

4.54.* Однородный стержень (см. рис. 4.19) находится в равновесии под действием силы $F_1 = 3\text{ Н}$ и неизвестной силы F_2 . Найти модуль силы F_2 , если $\beta = 90^\circ$, $\alpha = 30^\circ$, $AB = BC$. (Отв.: 6 Н).

4.55.* Невесомый жесткий стержень длиной $l = 1$ м свободно лежит на двух опорах A и B (см. рис. 4.20). В точке C , отстоящей от точки A на расстояние $a = 0,35$ м, действует сила $F = 100$ Н. Найти реакцию опоры в точке A . (**Отв.:** 65 Н).

4.56.* Однородный стержень (см. рис. 4.21) с закрепленным на одном его конце грузом массой $m = 10$ кг, находится в равновесии под действием силы \vec{F} . Найти модуль этой силы, если $\alpha = 30^\circ$, $AC = CB$. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 196 Н).

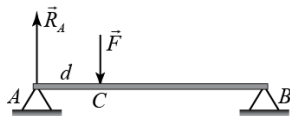


Рис. 4.20

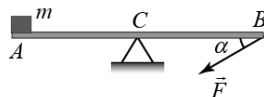


Рис. 4.21

4.57.* Невесомый стержень AC длиной 1,4 м может свободно вращаться вокруг своего конца A (см. рис. 4.22). Другой конец C подвешен к вертикальному динамометру так, что стержень находится в горизонтальном положении. Найти массу груза, подвешенного в точке B , если $AB = 0,5$ м, а показания динамометра 24,5 Н. Ускорение свободного падения принять равным $9,8$ м/с². (**Отв.:** 7 кг).

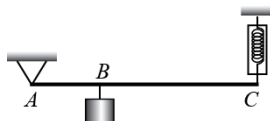


Рис. 4.22

4.58.* Двое рабочих одинакового роста несут груз весом 1500 Н на доске длиной 1,5 м, положив ее на плечи. Найти величину силы, действующей на плечо одного из рабочих, если расстояние от его плеча до груза равно 1 м. Весом доски пренебречь. (**Отв.:** 500 Н).

4.59.* Двое рабочих одинакового роста несут груз на доске длиной 1 м, положив ее на плечи. Расстояние от груза до плеча одного из рабочих равно 0,55 м, а сила, действующая на плечо этого рабочего равна 450 Н. Найти величину силы, действующей

на плечо второго рабочего. Весом доски пренебречь. (Отв.: 550 Н).

4.60.** Однородный рычаг с плечами 0,45 м и 0,6 м находится в равновесии, если на короткое плечо рычага действует сила 80 Н. Определите силу давления рычага на точку опоры. (Отв.: 560 Н).

4.61.** Доска весом 88,2 Н подперта на расстояние $1/3$ ее длины. Какую силу надо приложить к ее короткому концу, чтобы удержать доску в равновесии? (Отв.: 44,1 Н).

4.62.** К концам однородного стержня массой $m = 1$ кг и длиной $l = 0,6$ м подвешены два шара массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Какова длина большего плеча, если эта система находится в равновесии? (Отв.: 0,375 м).

4.63.** Масса трамбовочного катка 3850 кг, а радиус 42,5 см. Определить горизонтальную силу тяги, необходимую для перетаскивания катка через камень высотой 4 см. Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 18 кН).

4.64.** Под каким минимальным углом к горизонту (в градусах) можно прислонить к вертикальной гладкой стене однородную лестницу? Коэффициент трения между лестницей и полом $\mu = 0,5$. (Отв.: 45°).

4.65.** Из однородной круглой пластины радиусом 9 см вырезали круг вдвое меньшего радиуса, касающегося края пластины. На сколько сместиться центр тяжести пластинки? (Отв.: 15 мм).

4.66.** Колесо радиусом $R = 26$ см и массой 5 кг стоит перед ступенькой высотой $h = 16$ см. Какую наименьшую горизонтальную силу F надо приложить к оси колеса, чтобы оно могло подняться на ступеньку? Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 120 Н).

4.67.** Тонкая однородная палочка шарнирно укреплена за верхний конец. Нижняя часть палочки погружена в воду, причем

Статика. Жидкости и газы

равновесие достигается тогда, когда палочка расположена наклонно к поверхности воды и в воде находится половина палочки. Какова плотность материала, из которого сделана палочка? Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** 750 кг/м^3).

4.68. Цилиндрический сосуд с жидкостью плотно прикрыт невесомым поршнем площадью $S = 200 \text{ см}^2$. На поршень положили тело массой 1 кг . На сколько изменится давление, оказываемое поршнем на жидкость? Считать $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 490 Па).

4.69. Цилиндрический сосуд с жидкостью плотно прикрыт невесомым поршнем площадью $S = 200 \text{ см}^2$. На поршень под углом $\alpha = 60^\circ$ к его нормали действует сила $F = 100 \text{ Н}$. На сколько изменится давление, оказываемое поршнем на жидкость? (**Отв.:** $2,5 \text{ кПа}$).

4.70. С какой силой пар давит на предохранительный клапан площадью $S = 2 \text{ см}^2$, если давление внутри котла $p = 10 \text{ МПа}$? (**Отв.:** 2 кН).

4.71. Найти давление, которое производит столб воды высотой 6 м . Плотность воды равна 10^3 кг/м^3 , ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** $58,8 \text{ кПа}$).

4.72. Найти давление в воде на глубине $h = 50 \text{ м}$. Принять атмосферное давление $p = 100 \text{ кПа}$, $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** 600 кПа).

4.73.* В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью основания $0,4 \text{ м}^2$ находится нефть. Найти высоту столба нефти в цилиндре, если сила ее давления на основание сосуда равна 1520 Н , а плотность нефти равна 760 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** $0,5 \text{ м}$)

4.74.* Вертикальный цилиндр высотой $0,6 \text{ м}$ и площадью основания $0,4 \text{ м}^2$ наполнен нефтью. Найти силу, с которой нефть

давит на основание сосуда, если ее плотность равна 760 кг/м^3 . Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1824 Н).

4.75.* Найти высоту столба воды, который производит такое же давление как и столб масла высотой 5 м. Плотность воды равна 10^3 кг/м^3 , плотность масла - $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 4 м).

4.76.* На какой глубине в воде давление в полтора раза больше атмосферного, которое равно 100 кПа ? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 5 м).

4.77.* В колено U – образной трубки налита вода и масло, разделенные ртутью. Поверхности раздела ртути и жидкостей в обоих коленах находятся на одной высоте. Найти плотность масла, если плотность воды равна 1000 кг/м^3 , высота столбика воды $h_1 = 0,08 \text{ м}$, высота столбика масла $h_2 = 0,1 \text{ м}$ (см. рис. 4.23). (Отв.: 800 кг/м^3).

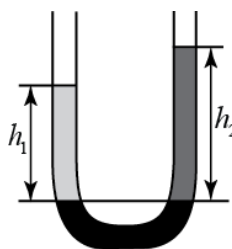


Рис. 4.23

4.78.* В колено U – образной трубки налиты вода и масло, разделенные ртутью. Поверхности раздела ртути и жидкостей в обоих коленах находятся на одной высоте. Найти высоту столбика воды h_1 , если высота столбика масла $h_2 = 0,3 \text{ м}$. Плотность масла $\rho_2 = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_1 = 10^3 \text{ кг/м}^3$ (см. рис. 4.23). (Отв.: 0,27 м)

4.79.* В сообщающиеся сосуды одинакового радиуса налита ртуть ($\rho_1 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), а поверх нее в один сосуд налит столб воды ($\rho_2 = 10^3 \text{ кг/м}^3$) высотой 0,8 м, а в другой – столб керосина ($\rho_3 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) высотой 0,32 м. Определить разность уровней ртути в сосудах. (Отв.: 0,04 м).

4.80.** В сосуд (см. рис. 4.24) налит столб воды высотой $h = 0,3$ м, затем до края сосуда не смешиваясь с водой – масло. Определить величину, на которое давление жидкости на уровне точки A ($h_A = 0,2$ м) превышает давление на уровне точки B ($h_B = 0,5$ м). Плотность воды равна 10^3 кг/м³, масла – $0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, а ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 2744 Па).

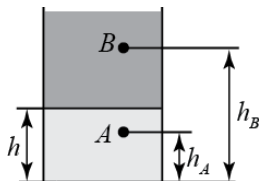


Рис. 4.24

4.81. Найти силу Архимеда, действующую на аэростат объемом 500 м³, если плотность воздуха равна $1,3$ кг/м³. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (**Отв.:** 6,5 кН).

4.82.* Деревянный брусок объемом $0,5$ м³ плавает на поверхности воды. Найти объем вытесненной им жидкости. Плотность воды равна 10^3 кг/м³, а плотность дерева $0,8 \cdot 10^3$ кг/м³. (**Отв.:** $0,4$ м³).

4.83.* Деревянный брусок удерживается в подводном состоянии с помощью нити, один конец которой привязан к бруску, а другой закреплен на дне водоема. Найти натяжение нити, если объем бруска равен $0,1$ м³. Плотность воды равна 10^3 кг/м³, дерева – $0,8 \cdot 10^3$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 196 Н).

4.84.* Полностью погруженный в воду медный шар объемом 3 м³ висит на тросе. Найти плотность меди, если натяжение троса равно 228 кН, плотность воды равна 10^3 кг/м³. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (**Отв.:** 8600 кг/м³).

4.85.* Полностью погруженный в воду медный шар висит на тросе. Найти объем шара, если натяжение троса равно 190 Н. Плотность воды равна 10^3 кг/м³, меди – $8,6 \cdot 10^3$ кг/м³, ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². (**Отв.:** $0,0025$ м³).

4.86.* Бревно удерживается в подводном состоянии с

помощью веревки, один конец которой привязан к бревну, а другой закреплен на дне водоема. Найти объем этого бревна, если натяжение веревки равно 450 Н. Плотность воды равна 10^3 кг/м^3 , а дерева - $0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (Отв.: $0,15 \text{ м}^3$).

4.87.* Тело массой 0,8 кг, подвешенное на нити, погружают в воду. Найти натяжение нити, если плотность тела $\rho = 8000 \text{ кг/м}^3$. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, а плотность воды $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 7 Н).

4.88.* Аэростат объемом 3000 м^3 содержит перед подъемом 2000 м^3 водорода ($\rho_1 = 0,09 \text{ кг/м}^3$). Вес оборудования вместе с командой 28,2 кН. Определить ускорение, с которым начнет подниматься аэростат. Плотность воздуха принять равной $\rho_2 = 1,3 \text{ кг/м}^3$, а $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,4 \text{ м/с}^2$).

4.89.** Найти объем аэростата, если действующая на него подъемная сила равна 7930 Н, а плотность воздуха равна $1,3 \text{ кг/м}^3$. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Масса аэростата равна 260 кг. (Отв.: 810 м^3).

4.90.** Аэростат массой 500 кг и объемом 600 м^3 поднимается вверх равноускоренно. Определить на какую высоту поднимается аэростат в течение первых 10 секунд. Принять, что плотность воздуха равна $1,3 \text{ кг/м}^3$, а $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 280 м).

4.91.** Тело, имеющее массу $m = 2 \text{ кг}$ и объем $V = 10^{-3} \text{ м}^3$, находится в озере на глубине $h = 5 \text{ м}$. Какая работа должна быть совершена при его подъеме на высоту $H = 5 \text{ м}$ над поверхностью воды ? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, а плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 150 Дж).

4.92.** Тело плотностью 800 кг/м^3 погрузили в воду на глубину 1 м и отпустили. На какую максимальную высоту поднимается тело над поверхностью воды? Сопротивление среды не учитывать, $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,25 \text{ м}$).

Глава 5. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

5.1. При увеличении температуры газа на 50 %, его объем уменьшился в 2 раза. Во сколько раз увеличилось давление газа? (Отв.: 3).

5.2. Начальная температура идеального газа равна 200 К. Найти конечную температуру газа, если его давление увеличилось в 3 раза, а объем уменьшился в 2 раза. (Отв.: 300 К).

5.3. Газ, занимающий объем $0,15 \text{ м}^3$, находится под давлением $6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при температуре 279 К. При какой температуре газ будет занимать объем $0,25 \text{ м}^3$ при давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$? (Отв.: 155 К).

5.4. Идеальный газ находится в состоянии со следующими параметрами: давление – $1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$, объем – 1 м^3 , температура – 300 К. Какой объем займет этот газ при давлении $1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температуре 414 К? (Отв.: $0,8625 \text{ м}^3$).

5.5. В исходном состоянии газ занимает объем $0,003 \text{ м}^3$ при температуре 300 К и давлении 300 кПа. Найти конечную температуру этой массы газа, если его давление стало равным 150 кПа, а объем $0,009 \text{ м}^3$. (Отв.: 450 К).

5.6. Некоторая масса газа находится под давлением 145 кПа при температуре 290 К. Найти отношение начального и конечного объемов газа, если его давление возросло на 20 кПа, а температура повысилась на 10 К. (Отв.: 1,1).

5.7.* Объем некоторой массы газа увеличился в 4 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,6 раза. Найти начальное давление газа, если в рассматриваемом процессе оно уменьшилось на 90 кПа. (Отв.: 150 кПа).

5.8.** В резиновой оболочке находится 3 л воздуха при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 10^5 Па . Какой объем займет воздух, если оболочку погрузить в воду на глубину 4 м, где температура $7\text{ }^{\circ}\text{C}$? Принять $g = 10\text{ м/с}^2$, а плотность воды $\rho = 10^3\text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** 2 л).

5.9.* В цилиндре двигателя температура в начале такта сжатия была 350 К, а в конце 700 К. Определить во сколько раз возросло давление газа в цилиндре при сжатии, если его объем уменьшился в 8 раз. (**Отв.:** 16).

5.10.* Абсолютная температура некоторой массы газа увеличилась в 1,2 раза, а его объём увеличился в три раза. Найти отношение конечного и начального давлений газа. (**Отв.:** 0,4).

5.11.** Два одинаковых баллона, содержащие газ при температуре $T = 280\text{ К}$, соединены узкой, горизонтальной трубкой сечением 80 мм^2 , посередине которой находится столбик ртути (см. *рис. 5.01*). Столбик делит весь сосуд на два объема по $V = 200\text{ см}^3$. На какое расстояние x переместится столбик ртути, если один баллон нагреть на $\Delta T = 14\text{ К}$, а другой на столько же охладить? Изменением объемов баллонов пренебречь. (**Отв.:** 0,125 м).

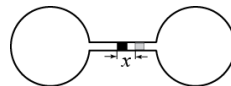


Fig. 5.1

5.12.** В цилиндре, площадь основания которого 100 см^2 , находится воздух. Поршень расположен на высоте 60 см от дна цилиндра. Атмосферное давление равно $p_0 = 10^5\text{ Па}$. Температура воздуха 285 К. На сколько опустится поршень, если на него положить гирию весом 980 Н, а воздух при этом нагревать до 300,96 К? Трение поршня о стенки цилиндра и вес поршня не учитывать. (**Отв.:** 0,28 м).

5.13.** В резиновой шаровой оболочке находится $0,002\text{ м}^3$ воздуха при температуре 293 К и давлении 100 кПа. На сколько изменится объем шара, если его погрузить в воду на глубину 10 м?

Температура воды 278,35 К. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 1,05 л).

5.14. В баллоне емкостью $3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ содержится водород при температуре 270 К под давлением 2241 кПа. Найти массу водорода в баллоне. Молярная масса водорода равна 0,002 кг/моль. Универсальную газовую постоянную принять равной 8,3 Дж/(моль·К). (Отв.: 0,06 кг).

5.15. Баллон емкостью $V = 0,02 \text{ м}^3$ содержит 0,5 кг углекислого газа под давлением $18,25 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить температуру газа. Молярная масса углекислого газа равна 0,044 кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль·К)}$. (Отв.: 387,2 К).

5.16. Найти объем, занимаемый кислородом массой 8 кг при температуре 300 К и давлении $2,49 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Молярная масса кислорода равна 0,032 кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль·К)}$. (Отв.: $0,25 \text{ м}^3$).

5.17. Определить массу азота, находящегося в баллоне емкостью $3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ под давлением $16,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при температуре 280 К. Молярная масса азота $M = 0,028 \text{ кг/моль}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль·К)}$. (Отв.: 0,6 кг).

5.18. Найти объем, который занимает кислород массой 0,05 кг при температуре 320 К и давлении 33,2 кПа. Молярная масса кислорода равна 0,032 кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль·К)}$. (Отв.: $0,125 \text{ м}^3$).

5.19. Под поршнем в цилиндре находится 0,012 кг газа, температура которого равна 177 °С. При какой температуре плотность этого газа будет равна 6 кг/м^3 , если давление остается неизменным, а начальный объем равен 4 л? (Отв.: 225 К).

5.20. Баллон емкостью $V = 0,05 \text{ м}^3$ содержит 1,5 кг углекислого газа под давлением $41,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить температуру газа.

Молярная масса углекислого газа равна 0,044 кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. Ответ округлить до целых. (**Отв.:** 733 К).

5.21. На некоторой высоте давление воздуха равно 44,82 кПа, а температура (-12°C) . Какова плотность воздуха на этой высоте? Считать универсальную газовую постоянную равной $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, а молярную массу воздуха $M = 0,029 \text{ кг}/\text{моль}$. (**Отв.:** $0,6 \text{ кг}/\text{м}^3$).

5.22. В баллоне объемом $0,2 \text{ м}^3$ находится $1,2 \text{ кг}$ некоторого газа под давлением $1,66 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температуре 130 К . Найти молярную массу этого газа. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. (**Отв.:** $0,039 \text{ кг}/\text{моль}$).

5.23. Котел объемом 3 м^3 содержит перегретый водяной пар при температуре 390 К и давлении $10,79 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить число молей пара в котле. Универсальную газовую постоянную принять равной $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. (**Отв.:** 1 кмоль).

5.24. На некоторой высоте при температуре (-33°C) плотность воздуха равна $0,435 \text{ кг}/\text{м}^3$. Считая универсальную газовую постоянную равной $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, молярную массу воздуха равной $0,029 \text{ кг}/\text{моль}$, найти давление воздуха на этой высоте (**Отв.:** $29,88 \text{ кПа}$).

5.25. В баллоне емкостью $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ содержится $0,05 \text{ кг}$ водорода. Найти давление водорода при температуре 300 К . Молярная масса водорода равна $0,002 \text{ кг}/\text{моль}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. (**Отв.:** 15 кПа).

5.26.* Найти плотность азота при давлении $3,32 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температуре 280 К . Молярная масса азота равна $0,028 \text{ кг}/\text{моль}$, а универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. (**Отв.:** $4 \text{ кг}/\text{м}^3$).

5.27.* Определить плотность воздуха в баллоне при температуре $136,5^{\circ}\text{C}$ и давлении $6 \cdot 10^5$ Па. Принять, что при нормальных условиях $p_0 = 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К, плотность воздуха равна $1,3 \text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** $5,2 \text{ кг/м}^3$).

5.28.* Какова должна быть температура воздуха, чтобы он при давлении $9 \cdot 10^4$ Па имел такую же плотность как и при нормальных условиях ($p_0 = 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К)? (**Отв.:** $245,7$ К).

5.29.* В сосуде находится $0,8$ кг идеального газа. Какова масса газа, удаленного из сосуда, если его температуру газа уменьшить в $1,5$ раза, а давление уменьшить в 2 раза? (**Отв.:** $0,2$ кг).

5.30.* Баллон емкостью $0,83 \text{ м}^3$ наполнен азотом при давлении $3 \cdot 10^5$ Па и температуре 7°C . Найти массу азота в баллоне. Молярная масса азота равна $0,028 \text{ кг/моль}$, а универсальную газовую постоянную принять равной $8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (**Отв.:** 3 кг).

5.31.* Определить плотность азота при температуре 560 К и давлении $1,66 \cdot 10^5$ Па. Молярная масса азота равна $0,028 \text{ кг/моль}$, а универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (**Отв.:** 1 кг/м^3).

5.32.* На некоторой высоте давление воздуха равно $24,9$ кПа, а температура (-23°C) . Какова плотность воздуха на этой высоте? Считать $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$, а молярную массу воздуха равной $0,029 \text{ кг/моль}$. (**Отв.:** $0,348 \text{ кг/м}^3$).

5.33.* В сосуде находится кислород при температуре 300 К и давлении $24,9 \cdot 10^5$ Па. Вычислить его плотность. Молярная масса кислорода равна $0,032 \text{ кг/моль}$. Универсальную газовую постоянную принять равной $8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (**Отв.:** 32 кг/м^3).

5.34.* Найти плотность углекислого газа при температуре 127°C и давлении $2 \cdot 10^5$ Па. Принять, что при нормальных

условиях ($p_0 = 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К) плотность углекислого газа равна 2 кг/м^3 . (Отв.: $2,73 \text{ кг/м}^3$).

5.35. Идеальный газ, занимавший объем $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ подвергнут изотермическому расширению так, что его объем увеличился на $2,16 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Во сколько раз уменьшилось при этом давление газа? (Отв.: 2,8).

5.36. Газ занимает объем 1,4 л при давлении 10^5 Па. Какой объем займет этот газ при давлении $0,35 \cdot 10^5$ Па и прежней температуре? (Отв.: 4 л).

5.37. Газ, занимавший объем 2,5 л был сжат изотермически так, что его давление возросло в 5 раз. На сколько литров уменьшился при этом его объем? (Отв.: 2 л).

5.38. Идеальный газ, занимавший объем $2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ был подвергнут изотермическому сжатию так, что его объем уменьшился на $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Во сколько раз увеличилось при этом давление газа? (Отв.: 1,5).

5.39. При изотермическом сжатии идеального газа его объем уменьшился от $0,15 \text{ м}^3$ до $0,10 \text{ м}^3$, а давление стало равной 75 кПа. Найти начальное давление газа. (Отв.: 50 кПа).

5.40. Идеальный газ был сжат изотермически так, что его давление возросло от $1,5 \cdot 10^5$ Па до $6 \cdot 10^5$ Па. Во сколько раз уменьшился при этом объем газа? (Отв.: 4).

5.41. Воздух изотермически расширяется от 2 л до 3,5 л. Начальное давление равно 700 кПа. Чему равно конечное давление газа? (Отв.: 400 кПа).

5.42.* Давление газа упало на 60% от первоначального, а его объем увеличился на $0,9 \text{ м}^3$. Считая процесс изотермическим найти начальный объем газа. (Отв.: $0,6 \text{ м}^3$).

5.43.* При изотермическом сжатии некоторой массы газа ее давление возросло на 30 кПа, а объем уменьшился в 4 раза. Найти конечное давление газа. (**Отв.:** 40 кПа).

5.44.* При изотермическом расширении некоторой массы идеального газа его давление уменьшилось на 30 кПа, а объем увеличился на 0,5 от своего первоначального объема. Найти начальное давление газа. (**Отв.:** 90 кПа).

5.45.* При изотермическом расширении идеального газа его давление уменьшилось в 1,7 раза, а объем увеличился на $0,35 \text{ м}^3$. Найти начальный объем газа. (**Отв.:** $0,5 \text{ м}^3$).

5.46.* При изотермическом увеличении объема некоторой массы газа на $0,16 \text{ м}^3$ его давление уменьшилось в 5 раз. Найти начальный объем газа. (**Отв.:** $0,04 \text{ м}^3$).

5.47.* Плотность некоторого идеального газа при давлении 120 кПа равна $1,6 \text{ кг/м}^3$. При изотермическом сжатии газа его плотность увеличилась на $0,32 \text{ кг/м}^3$. Найти конечное давление газа. (**Отв.:** 144 кПа).

5.48.** Цилиндрический стакан опущенный отверстием вниз в воду плавает в ней так, что внутренняя поверхность дна находится на одном уровне с поверхностью воды в сосуде. Вес стакана 4,2 Н, площадь дна стакана $S = 10,08 \text{ см}^2$. Давление воздуха в стакане перед погружением $p = 10^5 \text{ Па}$. Какую часть стакана будет занимать воздух после погружения? (**Отв.:** 0,96).

5.49.** Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной 1 м до половины погружают в ртуть. Затем закрывают верхнее отверстие трубки и вынимают ее из ртути. При этом в трубке остается столбик ртути длиной 25 см. Чему равно атмосферное давление? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** 102 кПа).

5.50.** В узкой цилиндрической запаянной с одного конца трубке находится воздух, отделенный от наружного пространства столбиком ртути длиной $h = 15$ см. Когда трубка лежит горизонтально, воздух занимает в ней объем $V_1 = 240$ мм³, когда трубка устанавливается вертикально, открытым концом вверх, объем воздуха в трубке уменьшается на 40 мм³. Каково атмосферное давление во время опыта? Принять $g = 10$ м/с², плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³. (**Отв.:** 102 кПа).

5.51.** В узкой стеклянной трубке, расположенной горизонтально находится столб воздуха длиной 22,72 см, закрытый столбиком ртути длиной 20 см. На сколько изменится длина столба воздуха, если трубку расположить под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту открытым концом вверх? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Принять $g = 10$ м/с², $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³. (**Отв.:** 2,72 см).

5.52.** В узкой, расположенной горизонтально стеклянной трубке находится столб воздуха длиной 22,9 см, закрытый столбиком ртути высотой 20 см. Чему будет равна длина столба воздуха, если трубку расположить под углом 60° к горизонту, открытым концом вниз. Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. Принять $g = 10$ м/с², $\sin 60^\circ = 0,87$, плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³. (**Отв.:** 0,3 м).

5.53.** Из цилиндрической трубки, запаянной с одного конца, откачали воздух. При опускании ее открытым концом в воду, вода поднялась до высоты 70 см. Какое давление было в трубке после откачки, если атмосферное давление во время опыта 99,91 кПа. Длина трубки 75 см. Принять $g = 10$ м/с², плотность воды $\rho_{\text{в}} = 10^3$ кг/м³. (**Отв.:** 6194 Па).

5.54.** В цилиндре под поршнем находится воздух. Поршень имеет форму, указанную на рисунке 5.02. Вес поршня 60 Н, площадь поперечного сечения цилиндра $S_0 = 20 \text{ см}^2$. Атмосферное давление 10^5 Па . Какого веса груз надо положить на поршень, чтобы объем воздуха в цилиндре уменьшился вдвое? Трением пренебречь, температуру воздуха считать постоянной. (**Отв.:** 260 Н).

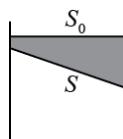


Рис. 5.2

5.55.** На какой глубине находился пузырек воздуха, если его объем при всплытии у поверхности воды ($\rho_{\text{в}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$) оказался в 1,5 раза больше, чем под водой? Атмосферное давление принять равным 10^5 Па , $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 5 м).

5.56.** В баллоне содержится 60 л сжатого воздуха под давлением 20 МПа. На сколько изменится объем воды, вытесненной из цистерны подводной лодки при помощи воздуха из этого баллона, если лодка поднимается с глубины 30 м до 10 м. Считать атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$. (**Отв.:** 3 м³).

5.57. При температуре 300 К газ занимает объем 0,036 м³. Какой объем займет эта масса газа после изобарного нагревания до 420 К? (**Отв.:** 0,0504 м³).

5.58. Газ нагрет от 77 °С до 427 °С при постоянном давлении; в результате чего его объем увеличился на 5 л. Определить первоначальный объем газа. (**Отв.:** 5 л).

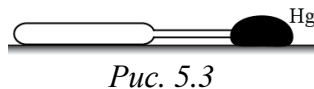
5.59. Газ находится при температуре 300 К. Во сколько раз увеличится объем газа при изобарном нагревании на 60 К? (**Отв.:** 1,2).

5.60. Идеальный газ занимает объем 0,10 м³ при температуре 290 К. До какой температуры следует нагреть этот газ при постоянном давлении, чтобы его объем стал равным 0,12 м³? (**Отв.:** 348 К).

5.61. При изобарном нагревании некоторой массы идеального газа, находящегося при 320 К, ее объем возрос на 0,4 от первоначального объема. До какой температуры был нагрет газ? (**Отв.:** 448 К).

5.62.* При изобарном увеличении температуры газа в 1,6 раза его объем увеличился на 3,6 л. Найти начальный объем газа. (**Отв.:** 6 л).

5.63.* Сколько ртути войдет в стеклянный баллончик объемом 5 см³ (см. рис. 5.03), нагретый до 327°С при его изобарном остывании до 27°С, если плотность ртути при 27°С равна 13,6·10³ кг/м³. (**Отв.:** 34 г).



5.64.* При нагревании газа на 190 К при постоянном давлении его объем увеличился в 1,5 раза. Найти начальную температуру газа. (**Отв.:** 380 К).

5.65.* При изобарном нагревании идеального газа на 150 К его объем увеличился от 0,06 м³ до 0,09 м³. Чему равнялась первоначальная температура газа? (**Отв.:** 300 К).

5.66.* Газ, находящийся при температуре 400 К, нагрет изобарно на 80 К. Найти изменение объема газа, если его первоначальный объем равнялся 3 м³. (**Отв.:** 0,6 м³).

5.67.* При изобарном нагревании газа на 60 К его объем увеличился в 1,3 раза. Определить конечную температуру газа. (**Отв.:** 260 К).

5.68.* При изобарном нагревании некоторой массы газа от 250 К до 350 К её объем увеличился на 0,008 м³. Чему равнялся первоначальный объем газа? (**Отв.:** 0,02 м³).

5.69.* При температуре 300 К плотность некоторого идеального газа равна 1,8 кг/м³. Найти плотность этого газа при изобарном увеличении его температуры на 60 К. (**Отв.:** 1,5 кг/м³).

5.70.* Температура идеального газа в горизонтальной трубке (см. *рис. 5.4*) увеличивается в 1,4 раза. На сколько сдвигается при этом подвижная перегородка AB , если в начале $L = 0,25$ м? (**Отв.:** 0,1 м).

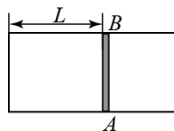


Рис. 5.4

5.71.* При температуре 290 К плотность некоторого идеального газа равна $1,7 \text{ кг/м}^3$. Найти плотность этого газа при изобарном увеличении его температуры на 50 К. (**Отв.:** $1,45 \text{ кг/м}^3$).

5.72.* Плотность воздуха при температуре 305 К равняется $1,4 \text{ кг/м}^3$. На сколько градусов следует нагреть эту массу воздуха при постоянном давлении, чтобы плотность его стала равной 1 кг/м^3 ? (**Отв.:** 122 К).

5.73.* Идеальный газ нагрели при постоянном давлении на 120 К. Плотность газа при этом уменьшилась в 1,4 раза. Найти начальную температуру газа. (**Отв.:** 300 К).

5.74.* Идеальный газ занимает объем $0,18 \text{ м}^3$ при температуре 250 К. До какой температуры был нагрет изобарно этот газ, если его объем возрос до $0,27 \text{ м}^3$? (**Отв.:** 375 К).

5.75.* Плотность некоторого идеального газа при температуре 480 К равна $1,6 \text{ кг/м}^3$. Какой станет плотность этого газа после его изобарного охлаждения на 80 К? (**Отв.:** $1,92 \text{ кг/м}^3$).

5.76.* Некоторая масса идеального газа была нагрета изобарно так, что ее температура возросла в 1,3 раза, а объем увеличился на $0,09 \text{ м}^3$. Определить конечный объем газа. (**Отв.:** $0,39 \text{ м}^3$).

5.77. При температуре 57°C давление газа в закрытом сосуде равнялось 33 кПа. Каким будет давление газа при температуре (-23°C) . Изменением объема сосуда с температурой пренебречь. (**Отв.:** 25 кПа).

5.78. Температура газа в цилиндре равна 420 К, а давление $9 \cdot 10^5$ Па. После изохорного охлаждения давление стало равным $6 \cdot 10^5$ Па. На сколько градусов понизилась температура газа? (Отв.: 140 К).

5.79. При температуре 281 К давление воздуха в баллоне равно $0,6 \cdot 10^5$ Па. При какой температуре давление в нем будет равно $0,72 \cdot 10^5$ Па? Изменением объема баллона пренебречь. (Отв.: 337,2 К).

5.80. Идеальный газ, находящийся при температуре 290 К под давлением $1,6 \cdot 10^5$ Па, был нагрет изохорно так, что его давление стало равным $3,2 \cdot 10^5$ Па. На сколько градусов повысилась его температура? (Отв.: 290 К).

5.81.* При изохорном нагревании газа, его температура увеличилась в 1,5 раза, а его давление увеличилось на 85 кПа. Найти конечное давление газа. (Отв.: 255 кПа).

5.82.* При изохорном нагревании идеального газа на 135 К его давление возросло от $1,4 \cdot 10^5$ Па до $2,1 \cdot 10^5$ Па. Чему равнялась первоначальная температура газа? (Отв.: 270 К).

5.83.* При изохорном нагревании газа в баллоне, его давление возросло в 1,5 раза, а температура возросла на 100 К. Найти конечную температуру газа. (Отв.: 300 К).

5.84.* При температуре 300°C давление газа в баллоне равно 1500 кПа. Найти изменение давления газа при его изохорном нагревании на 50 К. (Отв.: 250 кПа).

5.85.* При нагревании газа в закрытом сосуде на 150 К его давление увеличилось в 1,3 раза. Найти начальную температуру газа. (Отв.: 500 К).

5.86.* В баллоне находится газ при температуре 280 К и давлении 300 кПа. После изохорного нагревания газа, его давление увеличилось на 15 кПа. Найти изменение температуры газа. (Отв.: 14 К).

Глава 6. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ГАЗОВ, ЖИДКОСТЕЙ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ. ВЛАЖНОСТЬ

6.1. Какое количество теплоты надо затратить для того, чтобы 0,16 кг воды, взятой при 90°C нагреть до 95°C ? Удельная теплоемкость воды равна $4190 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** 3352 Дж).

6.2. Какое количество теплоты потребуется для того, чтобы довести до кипения 8 кг воды, взятой при температуре 15°C . Удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** 2856 кДж).

6.3. Воду массой 5 кг нагревают до температуры кипения, для чего потребовалось количество теплоты равное 1575 кДж. Найти начальную температуру воды, если ее удельная теплоемкость равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** 25°C).

6.4. Какова была начальная температура 1 кг льда, если для повышения его температуры до 0°C потребовалось сообщить ему количество теплоты $8,4\cdot 10^4 \text{ Дж}$? Удельная теплоемкость льда равна $2,1\cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** -40°C).

6.5. Определить удельную теплоемкость алюминия, если при охлаждении 2 кг алюминия на 50 K, он отдал количество теплоты $8,8\cdot 10^4 \text{ Дж}$. (**Отв.:** $880 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$).

6.6. На сколько градусов можно нагреть 5 кг воды, сообщив ей количество теплоты 1365 кДж, если удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** 65 K).

6.7. Для нагрева 10 кг дождевой воды до 90°C потребовалось количество теплоты, равное $2,94\cdot 10^6 \text{ Дж}$. Найти начальную температуру дождевой воды, если ее удельная теплоемкость равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** 20°C).

6.8. Для нагрева 20 кг дождевой воды от 5°C до 95°C потребовалось количество теплоты равное $7,38 \cdot 10^6$ Дж. Найти удельную теплоёмкость дождевой воды. (**Отв.:** $4100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$).

6.9. Какова начальная температура 1 кг льда, если для повышения его температуры до 0°C потребовалось количество теплоты равное $4 \cdot 10^4$ Дж. Удельная теплоемкость льда равна $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. (**Отв.:** -20°C).

6.10. Определить удельную теплоемкость алюминия, если при охлаждении 0,25 кг алюминия на 25 К, он отдал теплоту $0,55 \cdot 10^4$ Дж. (**Отв.:** $880 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$).

6.11. Лед находится при 0°C . Найти массу расплавившегося льда при сообщении ему количества теплоты $4,95 \cdot 10^5$ Дж. Удельная теплота плавления льда равна $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$. (**Отв.:** 1,5 кг).

6.12. Какое количество теплоты потребуется для выплавки 80 кг стали, взятой при температуре плавления? Удельная теплота плавления стали равна 205 кДж/кг. (**Отв.:** 16,4 МДж).

6.13. Найти массу олова, взятого при температуре плавления, которую можно превратить в жидкое состояние при этой же температуре, сообщая ей количество теплоты 16,2 кДж. Удельная теплота плавления олова равна 60 кДж/кг. (**Отв.:** 0,27 кг).

6.14. Какое количество теплоты отдает водяной пар массой 0,03 кг, взятый при 100°C , при преобразовании в воду при той же температуре? Удельная теплота парообразования воды равна 2300 кДж/кг. (**Отв.:** 69 кДж).

6.15. В сосуде находится вода при 100°C . Найти массу превратившейся в пар воды при сообщении ей количества теплоты в $4,6 \cdot 10^6$ Дж, если удельная теплота парообразования воды при этой температуре равна $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$. (**Отв.:** 2 кг).

Первый закон термодинамики. Влажность

6.16.* В сосуд налито 6,9 кг воды при 25°C. Найти массу пара, взятого при 100°C, необходимого для нагревания этой массы воды до температуры кипения. Удельная теплоемкость воды равна 4,2 кДж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды равна 2300 кДж/кг. (**Отв.:** 0,945 кг).

6.17.* Воду массой 4 кг, взятую при температуре 20°C, доводят до кипения и наполовину превращают в пар. Какое количество теплоты при этом было израсходовано? Удельная теплоемкость воды равна 4,2 кДж/(кг·К), удельная теплота парообразования 2260 кДж/кг. (**Отв.:** 5864 кДж).

6.18.* Воду, взятую при температуре 0°C, доводят до кипения и наполовину превращают в пар. При этом было израсходовано количество теплоты равное 3100 кДж. Найти начальную массу воды, если ее удельная теплоемкость равна 4,2 кДж/(кг·К), а удельная теплота парообразования 2260 кДж/кг. (**Р.:** 2 кг).

6.19.* В калориметре смешивают горячую воду при температуре 95°C и холодную воду при температуре 15°C. Температура получившейся смеси равна 60°C. Найти массу горячей воды, если масса холодной воды равна 0,49 кг. Теплоемкостью калориметра пренебречь. (**Отв.:** 0,63 кг).

6.20.* Для приготовления ванны необходимо смешать холодную воду при 15°C с горячей водой при 60°C. Какую массу горячей воды необходимо взять, чтобы получить 135 кг воды при температуре 36°C? (**Отв.:** 60 кг).

6.21.* Чтобы охладить 2 л воды, взятой при 80°C, до 60°C, в неё добавляют холодную воду при 10°C. Какой объем холодной воды требуется добавить? (**Отв.:** 0,8 л).

6.22.* Для определения удельной теплоемкости технического масла нагревает в одинаковых условиях равные массы масла и воды. Через некоторое время температура воды увеличилась на $2,8^{\circ}\text{C}$, а температура масла на 8°C . Найти удельную теплоемкость масла, если удельная теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. (**Отв.:** $1470 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$).

6.23.* Для получения 400 кг воды при 40°C смешали холодную воду, имеющую 19°C , с горячей водой при 75°C . Найти взятую при этом массу горячей воды. (**Отв.:** 150 кг).

6.24.* В калориметре смешали 680 г холодной воды и 170 г горячей воды. При этом температура горячей воды понизилась на 17 K . На сколько градусов повысилась температура холодной воды? (**Отв.:** $4,25 \text{ K}$).

6.25.* Какое наименьшее количество теплоты необходимо сообщить $0,5 \text{ кг}$ свинца, взятого при 27°C , чтобы обратить его в жидкость? Температура плавления свинца равна 327°C , удельная теплоемкость $1,3\cdot 10^2 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Удельная теплота плавления $2,5\cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}$. (**Отв.:** 32 кДж).

6.26.* В ванну налито 320 кг воды при 52°C . Найти массу воды, взятой при 29°C , которую необходимо налить в ванну для того, чтобы получить воду при 45°C . (**Отв.:** 140 кг).

6.27.* В калориметре смешивают $0,3 \text{ кг}$ воды при температуре 30°C и $0,7 \text{ кг}$ воды при температуре 70°C . Пренебрегая теплоемкостью калориметра, найти температуру смеси. (**Отв.:** 58°C).

6.28.* Для того чтобы расплавить некоторое количество олова, взятого при температуре 52°C , потребовалось $3,012 \text{ кДж}$ теплоты. Найти массу олова, если температура его плавления равна 232°C , удельная теплоемкость $0,23 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ и удельная теплота плавления равна $59 \text{ кДж}/\text{кг}$. (**Отв.:** $0,03 \text{ кг}$).

Первый закон термодинамики. Влажность

6.29.* Для нагревания воды, взятой при 50°C и обращения её в пар израсходовано $2,47 \cdot 10^6$ Дж энергии. Определить массу воды. Удельная теплоемкость воды равна $4,2$ Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования – $22,6 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура кипения воды 100°C . (**Отв.:** 1 кг).

6.30.* В калориметре смешивают 0,4 кг холодной воды и 0,8 кг воды при температуре 80°C . Температура смеси равна 56°C . Пренебрегая теплоемкостью калориметра, найти температуру холодной воды. (**Отв.:** 8°C).

6.31.* Для определения удельной теплоемкости технического масла нагревают в одинаковых условиях 1,6 кг масла и 1,4 кг воды, взятых при температуре 20°C . Через некоторое время температура воды стала 22°C , а масла 25°C . Найти удельную теплоемкость масла, если удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг·К). (**Отв.:** 1470 Дж/(кг·К)).

6.32.* Для того чтобы расплавить 0,06 кг олова потребовалось 5,365 кДж теплоты. Найти начальную температуру олова, если температура плавления олова равна 232°C , удельная теплоемкость $0,23$ кДж/(кг·К) и удельная теплота плавления 59 кДж/кг. (**Отв.:** 22°C).

6.33.* Имеется 40 кг воды при 93°C . Сколько надо добавить воды при температуре 17°C , чтобы получилась смесь при температуре 37°C ? (**Отв.:** 112 кг).

6.34.* Смешано 40 кг воды при 25°C и 20 кг воды при 10°C . Определить температуру смеси. (**Отв.:** 20°C).

6.35.* В сосуде находится смесь, состоящая из 2 кг льда и 10 кг воды при температуре 0°C . Пренебрегая теплоемкостью сосуда, найти количество теплоты, необходимое для нагревания смеси

до 50°C , удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, удельная теплота плавления льда равна $333 \text{ кДж}/\text{кг}$. (Отв.: 3186 кДж).

6.36.* С какой минимальной скоростью должна лететь льдинка при 0°C , чтобы при ударе о преграду она полностью расплавилась? Удельную теплоту плавления льда принять равной $3,2 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$. (Отв.: $800 \text{ м}/\text{с}$).

6.37.** Электропаяльник за время $48,3 \text{ с}$ нагрел олово от 22°C до температуры плавления 232°C . Сколько времени еще понадобится для расплавления этой массы олова? Удельная теплоемкость олова равна $0,23 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, удельная теплота плавления $59 \text{ кДж}/\text{кг}$. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. (Отв.: 59 с).

6.38.** Стекланный шарик объемом $V = 0,2 \text{ см}^3$ равномерно падает в воде. Найти количество теплоты Q , которое выделится при перемещении шарика на $s = 6 \text{ м}$. Плотность стекла $\rho_1 = 2,4 \text{ г}/\text{см}^3$, плотность воды $\rho = 1 \text{ г}/\text{см}^3$. Принять $g = 10 \text{ м}/\text{с}^2$. (Отв.: $0,0168 \text{ Дж}$).

6.39. В результате нагрева газ совершает работу 700 Дж . При этом его внутренняя энергия возросла на 1100 Дж . Найти количество полученной газом теплоты. (Отв.: 1800 Дж).

6.40. При изобарном расширении на $0,5 \text{ м}^3$ газ совершает работу 50 кДж . Найти давление газа. (Отв.: 100 кПа).

6.41. При изотермическом сжатии газа, над ним совершили работу 6 кДж . Какое количество теплоты выделил газ? (Отв.: 6 кДж).

6.42. Газу передано количество теплоты 500 Дж , при этом он совершил работу 150 Дж . Чему равно изменение внутренней энергии газа? (Отв.: 350 Дж).

Первый закон термодинамики. Влажность

6.43. Газ получил количество теплоты 200 Дж и его внутренняя энергия увеличилась на 110 Дж. Чему равна работа, совершенная газом? (**Отв.:** 90 Дж).

6.44. При сообщении газу некоторого количества теплоты он совершает работу 4 кДж, а его внутренняя энергия увеличивается на 2 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? (**Отв.:** 6 кДж).

6.45. Газ, обладающий внутренней энергией равной 12,8 кДж, получает количество теплоты равное 11,3 кДж и совершает при этом работу 5,4 кДж. Найти конечную внутреннюю энергию газа. (**Отв.:** 18,7 кДж).

6.46. Газ получает количество теплоты в 1500 Дж и совершает при этом работу в 700 Дж. Найти приращение его внутренней энергии. (**Отв.:** 800 Дж).

6.47. При изохорном нагревании газа его внутренняя энергия возросла на 5 кДж. Какое количество теплоты ему сообщили? (**Отв.:** 5 кДж).

6.48. При изотермическом расширении газ совершил работу 50 кДж. Какое количество теплоты ему сообщили? (**Отв.:** 50 кДж).

6.49. Найти работу, совершаемую газом при получении количества теплоты в 2600 Дж, если при этом его внутренняя энергия возросла на 1500 Дж. (**Отв.:** 1,1 кДж).

6.50. При сообщении газу количества теплоты 50 кДж, его внутренняя энергия увеличилась на 5 кДж. Определить работу газа. (**Отв.:** 45 кДж).

6.51. При сообщении газу количества теплоты 40 кДж, он совершает работу равную 30 кДж. Определить изменение внутренней энергии газа. (**Отв.:** 10 кДж).

6.52.* Газу передано 6225 Дж теплоты. Изменение его внутренней энергии равно 3735 Дж. Считая процесс изобарным, найти давление газа, если изменение его объема равно $0,03 \text{ м}^3$. (Отв.: 83 кПа).

6.53.* Найти работу, совершаемую при расширении 64 г кислорода ($M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$), если процесс изобарный, а изменение температуры $\Delta T = 120 \text{ К}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (Отв.: 1992 Дж).

6.54.* Три моля газа получили в изобарном процессе 4980 Дж теплоты. Температура газа изменилась на $\Delta T = 80 \text{ К}$. Найти изменение внутренней энергии газа. Принять $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (Отв.: 2988 Дж).

6.55.* В изохорном процессе газ получил $Q_1 = 2490 \text{ Дж}$ теплоты. Какое количество теплоты должен получить этот газ, чтобы совершить работу $A = 1660 \text{ Дж}$ в изобарном процессе, если изменение его температуры такое же, как и в первом случае? (Отв.: 4,15 кДж).

6.56.* Газ, расширяясь, совершил работу, равную 332 Дж. Считая процесс изобарным, найти количество вещества газа, если изменение его температуры $\Delta T = 80 \text{ К}$. Принять $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. (Отв.: 0,5 моль).

6.57.* Найти высоту водопада, если известно, что у его основания вода нагрелась на $\Delta T = 0,01 \text{ К}$. Считать, что на нагревание воды пошло 30% механической энергии. Принять удельную теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 14 м).

6.58.* Автомобиль, перевозящий керосин резко затормозил. Найти скорость движения до начала торможения, если керосин

Первый закон термодинамики. Влажность

нагрелся на $\Delta T = 0,004$ К. Принять удельную теплоемкость керосина $c = 2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). (Отв.: 4 м/с).

6.59.* Два куска льда расплавляются трением друг о друга при $t = 0^\circ\text{C}$. При этом совершается работа $A = 1332$ Дж. Найти массу этого льда. Принять удельную теплоту плавления льда $\lambda = 3,33 \cdot 10^5$ Дж/кг. (Отв.: 4 г).

6.60.* При сообщении газу количества теплоты 5 кДж, его внутренняя энергия возрастает на 3 кДж, а объем – на $0,02$ м³. Определить давление газа, считая его постоянным. (Отв.: 100 кПа).

6.61.* При изобарном нагревании газа его внутренняя энергия возросла на 9 кДж. а объем – на $0,02$ м³. Определить количество сообщенной газу теплоты, если давление газа равно 100 кПа. (Отв.: 11 кДж).

6.62. В теплоизолированном сосуде газ расширяется и совершает работу 2 кДж. Определить изменение внутренней энергии этого газа. (Отв.: –2 кДж).

6.63.** В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится газ объемом $V = 3$ л при температуре $T_1 = 300$ К. Вследствие нагревания газа его температура увеличилась на $\Delta T = 150$ К. Найти количество теплоты, переданное газу, если изменение внутренней энергий газа $\Delta U = 236,25$ Дж. Масса поршня $m = 5$ кг, площадь поршня $S = 100$ см². Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, $g = 10$ м/с². Трением между поршнем и стенками цилиндра можно пренебречь. (Отв.: 393,75 Дж).

6.64.** Одному молю идеального газа передано количество теплоты $Q = 1037,5$ Дж. Начальная температура газа $t_1 = 37^\circ\text{C}$. Считая процесс изобарным, найти конечную температуру газа

t_2 , если изменение внутренней энергии $\Delta U = 622,5$ Дж. Принять $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (Отв.: 87°C).

6.65.** Два моля идеального газа, взятые при температуре $T_1 = 300$ К, нагреваются при постоянном давлении так, что абсолютная температура возросла в $n = 1,5$ раза. При этом газу передано количество теплоты $Q = 6225$ Дж. Найти изменение внутренней энергии газа. Принять. $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (Отв.: 3732 Дж).

6.66.** Найти какое количество теплоты было передано трем молям газа, если известно, что отношение изменения внутренней энергии к совершенной газом работе равно $n = 1,5$ и газ нагрелся на $\Delta T = 100$ К? Процесс считать изобарным, принять $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (Отв.: 6225 Дж).

6.67. Найти максимальное значение КПД, которое имеет тепловая машина с температурой нагревателя 327°C и температурой холодильника 27°C . (Отв.: 50 %).

6.68. За один цикл тепловая машина получила от нагревателя количество теплоты 200 Дж. Какое количество теплоты отдала машина холодильнику, если ее КПД равен 15 %? (Отв.: 170 Дж).

6.69. За один цикл тепловая машина получает от нагревателя количество теплоты 1000 Дж и отдает холодильнику 700 Дж. Чему равен КПД машины? (Отв.: 30 %).

6.70. За один цикл рабочее тело теплового двигателя получает от нагревателя количество теплоты 20 кДж и отдает холодильнику 15 кДж. Найти КПД теплового двигателя. (Отв.: 25 %).

6.71.* Тепловая машина, КПД которой равен 30 %, совершила полезную работу 270 Дж. Какое количество теплоты получила машина от нагревателя за это время? (Отв.: 900 Дж).

Первый закон термодинамики. Влажность

6.72.* Рабочее тело теплового двигателя, КПД которого равен 26 %, за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 16 кДж. Какое количество теплоты отдает холодильнику рабочее тело за один цикл? (**Отв.:** 12 кДж).

6.73.* Рабочее тело двигателя, КПД которого равен 25 %, совершает за цикл полезную работу 5 кДж. Определить количество теплоты, получаемой рабочим телом за цикл от нагревателя. (**Отв.:** 20 кДж).

6.74.* Пуля массой $m = 8$ г вылетает из ствола ружья со скоростью $v = 600$ м/с, при этом сгорает порох массой $m_1 = 0,8$ г. Найти КПД выстрела. Принять удельную теплоту сгорания пороха $q = 4 \cdot 10^6$ Дж/кг. (**Отв.:** 45 %).

6.75.** Свинцовая пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью $v = 100$ м/с, попадает в подвешенный на длинной нити деревянный брусок массой 990 г и застревает в нем. На сколько градусов нагрелась пуля, если 13 % выделенной энергии пошло на ее нагревание? Принять удельную теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·К). (**Отв.:** 4,95 К).

6.76.** Реактивный самолет, имеющий два двигателя с силой тяги по $F = 15000$ Н, совершает перелет длиной $s = 1000$ км. КПД двигателей $\eta = 0,25$. Найти массу сгоревшего керосина, если его теплотворная способность $q = 5 \cdot 10^7$ Дж/кг. (**Отв.:** 2400 кг).

6.77. В комнате объемом 30 м^3 находится воздух с абсолютной влажностью 25 г/м^3 . Какова масса водяного пара в комнате? (**Отв.:** 0,75 кг).

6.78. В некотором сосуде находится воздух с относительной влажностью 80%. Давление насыщенных водяных паров при

данной температуре равно 1,8 кПа. Каково давление водяных паров в данном сосуде? (Отв.: 1,44 кПа).

6.79.* В комнате объемом 30 м^3 находится воздух с абсолютной влажностью 20 г/м^3 . Какой будет абсолютная влажность воздуха, если в комнату испарить 60 г воды? (Отв.: $0,022 \text{ кг/м}^3$).

6.80.** В комнате объемом 60 м^3 находится воздух с абсолютной влажностью 15 г/м^3 при температуре 27°C . В комнате положили широкий сосуд с водой. Сколько воды испарится, если давление насыщенных водяных паров при данной температуре равно 3,32 кПа. Универсальную газовую постоянную принять равной $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. (Отв.: 0,54 кг).

6.81.** В цилиндре под поршнем находится 3 г водяного пара при температуре 27°C . Газ изотермически сжимается. При каком объеме выпадет роса? Давление насыщенных водяных паров при $t = 27^\circ\text{C}$ $p_{\text{н}} = 3,32 \text{ кПа}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. (Отв.: $0,125 \text{ м}^3$).

6.82.** В цилиндре под поршнем находится вода массой $m_1 = 35 \text{ мг}$ и пар массой $m_2 = 25 \text{ мг}$ при температуре $t = 27^\circ\text{C}$. Газ изотермически расширяется. При каком объеме вода в цилиндре полностью испарится? Давление насыщенных водяных паров при $t = 27^\circ\text{C}$ равна 3,32 кПа. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. (Отв.: 2,5 л).

6.83.** В комнате при температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ относительная влажность $\phi_1 = 12 \%$. Какой станет относительная влажность, если температура в комнате постепенно понизится до $t_2 = 14^\circ\text{C}$. Давление насыщенных водяных паров при $t_1 = 27^\circ\text{C}$ и $t_2 = 14^\circ\text{C}$ равны 3,6 кПа и 1,6 кПа, соответственно. (Отв.: 25,83 %).

Глава 7. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

7.1. Два одинаковых точечных заряда расположены на расстоянии r друг от друга. Во сколько раз необходимо увеличить один из зарядов, чтобы сила взаимодействия между ними осталась прежней, если расстояние между ними возросло в 1,3 раза? (Отв.: 1,69).

7.2. Два одинаковых точечных заряда величиной по 2 мкКл взаимодействуют между собой с силой $F = 10^{-5}$ Н. На каком расстоянии они находятся? Принять $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ м/Ф. (Отв.: 60 м).

7.3. Во сколько раз уменьшится сила взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 1,5 раза и заряды поместить в воду? Диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 81$. (Отв.: 182,25).

7.4. Два точечных заряда, погруженных в масло, взаимодействуют между собой с силой 0,63 Н, а при погружении в керосин – с силой 0,75 Н. В обоих случаях расстояние между зарядами одно и то же. Найти диэлектрическую проницаемость керосина, если диэлектрическая проницаемость масла равна 2,5. (Отв.: 2,1).

7.5. Во сколько раз возрастает сила взаимодействия двух точечных зарядов при уменьшении расстояния между ними от 16 до 4 см? (Отв.: 16).

7.6. Два точечных электрических заряда взаимодействуют в воздухе с силой 0,525 Н. С какой силой будут взаимодействовать эти заряды, если их погрузить в керосин при неизменном расстоянии между ними? Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2,1. (Отв.: 0,25 Н).

7.7. Во сколько раз было уменьшено расстояние между двумя точечными электрическими зарядами, если при этом сила взаимодействия возросла в 16 раз? (**Отв.:** 4).

7.8. Два точечных электрических заряда взаимодействуют в воздухе с силой 0,63 Н. С какой силой будут взаимодействовать эти заряды, если их погрузить в керосин при неизменном расстоянии между ними? Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2,1. (**Отв.:** 0,3 Н).

7.9.* Во сколько раз надо увеличить величину каждого из двух одинаковых зарядов, чтобы при их погружении в воду сила взаимодействия между ними была бы такой же как и в воздухе на том же расстоянии? Диэлектрическая проницаемость воды равна 81. (**Отв.:** 9).

7.10.* Два точечных заряда взаимодействуют в вакууме друг с другом с силой 28 мкН. Если их поместить в непроводящую жидкость и расстояние между ними уменьшить в 2 раза, сила взаимодействия станет равной 16 мкН. Найти диэлектрическую проницаемость жидкости. (**Отв.:** 7).

7.11.* Два точечных заряда погруженных в керосин взаимодействуют между собой с силой 50 Н. Найти силу взаимодействия этих зарядов на том же расстоянии в масле. Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2,1, а масла – 2,5. (**Отв.:** 42 Н).

7.12. Во сколько раз увеличится сила взаимодействия между двумя точечными электрическими зарядами при уменьшении расстояния между ними в 1,5 раза? (**Отв.:** 2,25).

7.13.* Два одинаковых металлических шарика заряжены одноименными зарядами q и $3q$ и взаимодействуют друг с

Электростатика

другом с силой 15 мкН. Шарики были приведены в соприкосновение и разведены на первоначальное расстояние. Чему стала равна сила их взаимодействия? (Отв.: 20 мкН).

7.14.* Чему должна быть равна диэлектрическая проницаемость жидкости, чтобы сила взаимодействия двух точечных зарядов в ней на расстоянии между ними равном 0,02 м была такой же как и в вакууме на расстоянии 0,18 м? (Отв.: 81).

7.15.* Два одинаковых металлических шарика заряжены разноименными зарядами $7q$ и $(-3q)$. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз уменьшится сила взаимодействия между ними? (Отв.: 5,25).

7.16.* Два точечных заряда находятся на определенном расстоянии друг от друга. Когда расстояние между ними уменьшили на 0,8 м сила взаимодействия увеличилась в 9 раз. Найти первоначальное расстояние между зарядами. (Отв.: 1,2 м).

7.17.* На каком расстоянии между двумя точечными зарядами, находящимися в воде (диэлектрическая проницаемость равна 81) сила взаимодействия между ними такая же, как в вакууме на расстоянии 0,36 м? (Отв.: 0,04 м).

7.18.* Два точечных заряда q_1 и q_2 взаимодействуют между собой с силой равной 0,5 Н. С какой силой будут взаимодействовать заряды, величины которых равны $5q_1$ и $2q_2$, если они находятся на том же расстоянии что и первая пара зарядов и в той же среде? (Отв.: 5 Н).

7.19.** Два одинаковых металлических шарика заряжены одноименными зарядами $2q$ и $8q$, находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Затем шарики были приведены в соприкоснове-

ние. На какое расстояние следует развести шарики, чтобы сила взаимодействия между ними осталась прежней? (Отв.: 25 см).

7.20.** Два одинаковых металлических шарика заряжены одноименными зарядами $2q$ и $4q$. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз увеличилась сила взаимодействия между ними? (Отв.: 1,125).

7.21.** Два одинаковых металлических шарика заряжены одноименными зарядами q и $4q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Затем шарики были приведены в соприкосновение и раздвинуты до расстояния 15 см друг от друга, причем сила взаимодействия между ними осталась такой же, как и в исходном состоянии шариков? Каким было расстояние между шариками в исходном состоянии? (Отв.: 12 см).

7.22.** Четыре одинаковых заряда по 10 мкКл расположены в углах квадрата. Какой заряд противоположного знака необходимо поместить в центр квадрата, чтобы вся система зарядов находилась в равновесии? $\sqrt{2} = 1,4$. (Отв.: -9,45 мкКл).

7.23. На заряд $3 \cdot 10^{-10}$ Кл, помещенный в некоторую точку электрического поля, действует сила $1,5 \cdot 10^{-7}$ Н. Найти напряженность поля в данной точке. (Отв.: 500 В/м).

7.24. С какой силой действует однородное электрическое поле, напряженность которого 400 Н/Кл, на заряд $8 \cdot 10^{-9}$ Кл? (Отв.: 3,2 мкН).

7.25. Во сколько раз уменьшится сила, действующая на заряд q со стороны поля, если напряженность поля в этой точке уменьшится в 1,25 раза? (Отв.: 1,25).

7.26. При помещении точечного электрического заряда в $6 \cdot 10^{-6}$ Кл в некоторую точку A электрического поля, на него действует сила 0,024 Н. Какая сила будет действовать на точечный заряд в $7 \cdot 10^{-6}$ Кл, помещенный в ту же точку A поля? (**Отв.:** 28 мН).

7.27. На заряд, внесенный в однородное электрическое поле, напряженность которого равна 1200 В/м действует сила $3,6 \cdot 10^{-5}$ Н. Найти величину этого заряда. (**Р.:** 30 нКл).

7.28. На заряд $q = 16,5$ нКл, внесенный в некоторую точку поля, действует сила $0,33 \cdot 10^{-4}$ Н. Определить напряженность поля в данной точке поля. (**Отв.:** 2 кВ/м).

7.29. При помещении точечного электрического заряда в $4 \cdot 10^{-6}$ Кл в некоторую точку A электрического поля, на него действует сила 0,024 Н. Какая сила будет действовать на точечный заряд в $7 \cdot 10^{-6}$ Кл, помещенный в ту же точку A поля? (**Отв.:** 42 мН).

7.30.* Шарик массой 10^{-3} кг и зарядом 10^{-5} Кл висит на нити. При включении горизонтального электрического поля нить отклоняется на 45° от вертикали. Определить напряженность поля, принимая $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 980 В/м).

7.31.* Маленький шарик, несущий заряд 3 нКл, подвешен на тонкой изолирующей невесомой нити, внесен в однородное горизонтальное электрическое поле. При этом нить подвеса образовала с вертикалью угол 30° . Найти напряженность электрического поля, если сила тяжести шарика равна $81\sqrt{3}$ мкН. (**Отв.:** 27 кВ/м).

7.32.* Маленький шарик, несущий заряд 5 нКл, подвешен на тонкой изолирующей невесомой нити. При внесении этого

шарика в однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 30 кВ/м нить образовала с вертикалью угол 45° . Найти силу тяжести шарика. (Отв.: 150 мкН).

7.33.** Заряды $q_1 = 4q$ и $q_2 = -q$ находятся на расстоянии $r = 0,3$ м один от другого в пустоте. На каком расстоянии от заряда q_2 по линии соединяющей их центры напряженность поля равна нулю? (Отв.: 0,3 м).

7.34. Найти разность потенциалов (по модулю) двух точек поля, расположенных на силовой линии однородного электрического поля, если его напряженность равна 350 В/м, а расстояние между точками 15 см. (Отв.: 52,5 В).

7.35. В однородном электрическом поле расстояние между двумя точками вдоль силовой линии равно 0,3 м, а разность потенциалов между ними 600 В. Определите напряженность поля. (Отв.: 2 кВ/м).

7.36.* Разность потенциалов между двумя плоскими параллельными пластинами, находящимися на расстоянии 0,1 м друг от друга, равно 250 В. Найти силу, действующую на точечный заряд 10^{-4} Кл, находящийся в электрическом поле между пластинами. (Отв.: 0,25 Н).

7.37.* Разность потенциалов между плоскими параллельными пластинами, находящимися на расстоянии $6 \cdot 10^{-3}$ м друг от друга, равно 360 В. Найти силу, действующую на точечный заряд $5 \cdot 10^{-5}$ Кл, находящийся в электрическом поле между пластинами. (Отв.: 3 Н).

7.38.* На точечный заряд величиной $2 \cdot 10^{-5}$ Кл, помещенный в электрическом поле между двумя плоскими параллельными пластинами, действует сила 0,42 Н. Найти разность потенциалов

Электростатика

между пластинами, если расстояние между ними равно 0,01 м. (Отв.: 210 В).

7.39.* На заряд $4 \cdot 10^{-4}$ Кл, помещенный между пластинами заряженного плоского конденсатора, действует сила 3,2 Н. Найти разность потенциалов между пластинами, если расстояние между ними равно 0,05 м. (Отв.: 400 В).

7.40.* Пылинка, сила тяжести которой равна $7,2 \cdot 10^{-7}$ Н, несущая заряд $2,4 \cdot 10^{-11}$ Кл, находятся в равновесии между горизонтальными пластинами конденсатора. Найти расстояние между пластинами конденсатора, если приложенное напряжение равно $1,5 \cdot 10^3$ В. (Отв.: 0,05 м).

7.41.* Пылинка, сила тяжести которой равна $8 \cdot 10^{-8}$ Н и несущая заряд $1,6 \cdot 10^{-12}$ Кл, находится в равновесии между горизонтальными пластинами плоского конденсатора. Найти величину приложенного к конденсатору напряжения, если расстояние между его пластинами равно 0,3 м. (Отв.: 15 кВ).

7.42.* Пылинка, сила тяжести которой равна $2 \cdot 10^{-7}$ Н и обладающая зарядом $8 \cdot 10^{-12}$ Кл, находится в равновесии между горизонтальными пластинами плоского конденсатора. Найти величину приложенного к конденсатору напряжения, если расстояние между его пластинами равно 0,2 м. (Отв.: 5 кВ).

7.43.* Между пластинами плоского конденсатора подвешен на нити шарик массой $4 \cdot 10^{-3}$ кг, несущий заряд $2 \cdot 10^{-7}$ Кл. Расстояние между пластинами конденсатора равно $5 \cdot 10^{-3}$ м. При какой разности потенциалов между ними натяжение нити равно нулю. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1 кВ).

7.44.* Напряжённость однородного электрического поля равна $4 \cdot 10^6$ В/м. Какую работу совершит поле по перемещению

заряда 10^{-7} Кл на 0,15 м по направлению линии напряженности электрического поля? (**Отв.:** 0,06 Дж).

7.45. При перемещении заряда в 2 Кл в электрическом поле, силы, действующие со стороны этого поля, совершили работу в 10 Дж. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками пути? (**Отв.:** 5 В).

7.46. Найти работу, совершаемую электрическим полем при перемещении заряда $1,6 \cdot 10^{-3}$ Кл из точки с потенциалом 380 В в точку с потенциалом 220 В. (**Отв.:** 0,256 Дж).

7.47. Работа при переносе заряда $2,4 \cdot 10^{-8}$ Кл из бесконечности в некоторую точку электрического поля равна $6 \cdot 10^{-6}$ Дж. Найти потенциал этой точки. (**Отв.:** 250 В).

7.48. При перемещении заряда $1,5 \cdot 10^{-5}$ Кл из точки *A* в точку *B* электростатического поля работа, совершаемая этим полем, равна $3 \cdot 10^{-3}$ Дж. Найти потенциал поля в точке *A*, если потенциал поля в точке *B* равен 300 В. (**Отв.:** 500 В).

7.49. При перемещении заряда $7 \cdot 10^{-6}$ Кл из одной точки электрического поля в другую поле совершило работу $1,4 \cdot 10^{-3}$ Дж. Найти потенциал поля во второй точке, если в первой потенциал равен 600 В. (**Отв.:** 400 В).

7.50. Заряд равный 7 Кл перемещается под действием кулоновских сил из точки *M* с потенциалом 8 В в некоторую точку *N* поля. Найти потенциал поля в точке *N*, если при этом перемещении кулоновские силы совершили работу 14 Дж. (**Отв.:** 6 В).

7.51. При перемещении точечного электрического заряда из одной точки поля в другую, разность потенциалов между которыми равна 8 В, силы, действующие на заряд со стороны

Электростатика

электрического поля, совершили работу 6,4 Дж. Чему равен заряд q ? (Отв.: 0,8 Кл).

7.52.* Электрон, двигаясь под действием электрического поля, увеличил свою кинетическую энергию на $2,4 \cdot 10^{-17}$ Дж. Найти разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения. Заряд электрона равен $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: -150 В).

7.53.* Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость возросла от нуля до 800 км/с? Заряд электрона равен $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его массу принять равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: $-1,8$ В).

7.54.* Электрон, двигаясь под действием электрического поля, увеличил свою кинетическую энергию на $8 \cdot 10^{-17}$ Дж. Найти модуль разности потенциалов между начальной и конечной точками перемещения. Заряд электрона равен $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 500 В).

7.55.* Разность потенциалов между катодом и анодом электронной лампы равна 720 В. Какую скорость приобретает электрон, подлетая к аноду? Считать массу электрона равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг, а заряд равным $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 16 Мм/с).

7.56. Заряд конденсатора равен $8 \cdot 10^{-4}$ Кл, а напряжение на обкладках 500 В. Найдите емкость конденсатора. (Отв.: 1,6 мкФ).

7.57. Конденсатор емкостью 2 мкФ подключили к батарее с ЭДС в 12 В. Найти заряд конденсатора. (Отв.: 24 мкКл).

7.58. До какого потенциала разрядится проводник емкостью 40 пФ, если из него удалить $N = 2 \cdot 10^{10}$ электронов? Заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 80 В).

7.59. Конденсатору, емкость которого равна 400 пФ, сообщили заряд $2 \cdot 10^{-7}$ Кл. Определите разность потенциалов между обкладками конденсатора. (**Отв.:** 500 В).

7.60. Заряд конденсатора равен $4 \cdot 10^{-4}$ Кл, а напряжение на обкладках 500 В. Найдите емкость конденсатора. (**Отв.:** 0,8 мкФ).

7.61. Во сколько раз увеличится емкость плоского конденсатора, диэлектриком которого служит керосин, если керосин заменить глицерином. Диэлектрическая проницаемость керосина принять равной 2, а глицерина – 56. (**Отв.:** 28).

7.62. Во сколько раз увеличится емкость плоского конденсатора, диэлектриком которого служит парафин, если заменить парафин слюдой? Диэлектрическую проницаемость парафина принять равной 2, слюды – 7. (**Отв.:** 3,5).

7.63.* При сообщении конденсатору электрического заряда $1,7 \cdot 10^{-7}$ Кл разность потенциалов между его обкладками, равна 180 В. На сколько увеличится разность потенциалов между обкладками этого конденсатора, если заряд увеличить на $0,51 \cdot 10^{-7}$ Кл. (**Отв.:** 54 В).

7.64.* Если конденсатору сообщен заряд $3 \cdot 10^{-6}$ Кл, разность потенциалов между его обкладками равна 400 В. Чему будет равна разность потенциалов между обкладками этого конденсатора, если ему сообщить заряд $2,1 \cdot 10^{-6}$ Кл. (**Отв.:** 280 В).

7.65.* Если у конденсатора, диэлектриком которого является керосин, заменить керосин глицерином, его емкость увеличится в 28 раз. Найти диэлектрическую проницаемость глицерина, если диэлектрическая проницаемость керосина равна 2. (**Отв.:** 56).

7.66.* Найти отношение емкости плоского конденсатора, между пластинами которого находится керосин, к емкости плоского конденсатора, диэлектриком которого является слюда. Площади обкладок обоих конденсаторов одинаковы, расстояние между пластинами конденсатора со слюдой в 3 раза больше, чем расстояние у другого конденсатора. Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2,1, а слюды – 7. (**Отв.:** 0,9).

7.67.* При сообщении конденсатору электрического заряда $2,6 \cdot 10^{-7}$ Кл разность потенциалов между его обкладками равна 150 В. На сколько увеличится разность потенциалов между обкладками этого конденсатора, если его заряд увеличится на $1,04 \cdot 10^{-7}$ Кл? (**Отв.:** 60 В).

7.68.* Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого равно 5 см, заряжен до напряжения 200 В и отключен от источника. Каким станет напряжение обкладках конденсатора, если расстояние между ними увеличить до 10 см? (**Отв.:** 400 В).

7.69.* Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 150 В и отключен от источника тока. Чему будет равна разность потенциалов между пластинами конденсатора, если расстояние между ними увеличить в 2 раза? (**Отв.:** 300 В).

7.70.* Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. При расстоянии 3 мм между пластинами конденсатора заряд на них равен 100 нКл. Каким будет заряд на пластинах, если расстояние между ними равно 5 мм? (**Отв.:** 60 нКл).

7.71.* Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Заряд на пластинах конденсатора равен 160 нКл при расстоянии между ними равном 3 мм. При

каком расстоянии между пластинами заряд на них будет равен 60 нКл? (**Отв.:** 8 мм).

7.72.* Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. При расстоянии 4 мм между пластинами конденсатора заряд на них равен 120 нКл. Каким будет заряд на пластинах конденсатора, если расстояние между ними равно 6 мм? (**Отв.:** 80 нКл).

7.73.* Плоский воздушный конденсатор зарядили до разности потенциалов равной 120 В, затем его отключили от источника тока, а расстояние между пластинами увеличили от первоначального, равного $d_1 = 2$ мм до $d_2 = 3$ мм. Какой стала разность потенциалов между пластинами? (**Отв.:** 180 В).

7.74.* Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого равно 6 см, заряжен до напряжения 180 В и отключен от источника. Каким станет напряжение на конденсаторе при увеличении расстояния между его пластинами до 12 см? (**Отв.:** 360 В).

7.75.* Какой заряд пройдет по проводам, соединяющим плоский конденсатор емкостью 10^{-11} Ф с источником тока с напряжением 200 В при погружении конденсатора в масло с диэлектрической проницаемостью равной 2,5? (**Отв.:** 3 нКл).

7.76.* Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого равно 4 см, заряжен до напряжения 240 В и затем отключен от источника. До какого расстояния были приближены его пластины, если напряжение на конденсаторе стало равным 150 В? (**Отв.:** 2,5 см).

7.77.* Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. При этом заряд на одной пластине

Электростатика

конденсатора равен 0,016 Кл. Чему будет равен заряд на этой пластине, если расстояние между пластинами уменьшить в 4 раза? (Отв.: 0,064 Кл).

7.78.* Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 110 В и отключен от источника тока. Чему будет равна разность потенциалов между пластинами конденсатора, если расстояние между ними увеличить в 2 раза? (Отв.: 220 В).

7.79.** Проводник емкостью $C_1 = 1$ мкФ заряжен до потенциала $\varphi_1 = 6$ кВ, а проводник емкостью $C_2 = 3$ мкФ – до потенциала $\varphi_2 = 16$ кВ. Проводники удалены на очень большое расстояние друг от друга. Каким будет потенциал этих проводников, если соединить их проволокой? (Отв.: 13,5 кВ).

7.80.** Плоский конденсатор, между обкладками которого находится гетинаксовая пластинка, присоединен к аккумулятору. При удалении пластинки через аккумулятор прошел заряд $\Delta q = 15$ мкКл. Какой заряд остался на конденсаторе? Диэлектрическая проницаемость гетинакса $\varepsilon = 5$. (Отв.: 3,75 мкКл).

7.81.** Проводники, заряженные одинаковым зарядом, имеют потенциалы $\varphi_1 = 40$ В и $\varphi_2 = 60$ В. Каким будет потенциал этих проводников, если соединить их тонкой проволокой? (Отв.: 48 В).

7.82.** Плоский конденсатор, между обкладками которого находится слюдяная пластинка, присоединен к аккумулятору. Заряд конденсатора равен $q_0 = 14$ мкКл. Какой заряд пройдет через аккумулятор при удалении пластинки? Диэлектрическая проницаемость слюды $\varepsilon = 7$. (Отв.: 12 мкКл).

7.83.** С какой силой взаимодействуют пластинки плоского конденсатора площадью $S = 0,01$ м² если разность потенциалов

между ними $U = 600$ В и расстояние $d = 3$ мм? Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. (Отв.: 1,77 мН).

7.84.** Плоский конденсатор присоединен к источнику тока. Во сколько раз уменьшится сила взаимодействия между пластинками конденсатора, если расстояние между ними увеличить в три раза? (Отв.: 9).

7.85.** Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между пластинами плоского конденсатора, подключенного к источнику тока, чтобы сила взаимодействия между ними уменьшилась в 25 раз? (Отв.: 5).

Глава 8. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

8.1. Через поперечное сечение проводника в каждую секунду проходят $6 \cdot 10^{12}$ свободных электронов. Определить силу электрического тока в проводнике. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,96 мкА).

8.2. За одну минуту, через поперечное сечение проводника проходит $2,4 \cdot 10^{17}$ электронов. Какова сила электрического тока в проводнике. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,64 мА).

8.3. Какова сила тока, если через поперечное сечение проводника за 25 с проходит 75 Кл электричества. (Отв.: 3 А).

8.4. Найдите количество электричества, которое прошло за 25 с через поперечное сечение проводника сопротивлением 40 Ом при напряжении на его концах равном 120 В. (Отв.: 75 Кл).

8.5. Определить величину заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в течение 10 с, если сила тока равномерно возрастает от 0 до 100 А. (Отв.: 500 Кл).

Постоянный электрический ток

8.6. Определить напряжение на концах проводника сопротивлением 15 Ом, если известно, что по проводнику прошло 300 Кл электричества за 60 с. (**Отв.:** 75 В).

8.7. Найти ток через сопротивление $R = 4$ Ом, если вольтметр, подключенный параллельно этому сопротивлению, показывает 18 В. (**Отв.:** 4,5 А).

8.8. Какова сила тока в проводнике с сопротивлением 45 Ом, если напряжение на его концах равно 90 В? (**Отв.:** 2 А).

8.9. По проводнику сопротивлением 4 Ом за 1 мин прошло 60 Кл электричества. Найдите напряжение, приложенное к концам проводника. (**Отв.:** 4 В).

8.10. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением $U = 220$ В лампу, которая горит нормально при напряжении $U_1 = 120$ В и токе $I_1 = 4$ А? (**Отв.:** 25 Ом).

8.11. Сопротивления R_1 и R_2 соединены параллельно. Через сопротивление $R_1 = 30$ Ом проходит ток 4 А. Найти величину сопротивления R_2 , если известно, что через него проходит ток 0,5 А. (**Отв.:** 240 Ом).

8.12. Два сопротивления $R_1 = 21$ кОм и $R_2 = 6$ кОм соединены параллельно друг другу и включены в сеть. Чему равна сила тока, текущего через сопротивление R_1 если ток через сопротивление R_2 равен 0,7 А. (**Отв.:** 0,2 А).

8.13. Найти ток, текущий через резистор R_1 , если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, а амперметр показывает 6 А (см. рис. 8.1). (**Отв.:** 2 А).

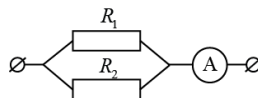


Рис. 8.1

8.14. Чему равно общее сопротивление изображенной на *рисунке* 8.2 электрической цепи? (**Отв.:** 2 Ом).

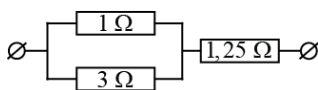


Рис. 8.2

8.15. Найти длину алюминиевого провода площадью поперечного сечения 1 мм^2 , которая необходима для изготовления сопротивления $R = 1,4\text{ Ом}$. Удельное сопротивление алюминия равно $2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$. (**Отв.:** 50 м).

8.16.* Каким сопротивлением должен обладать электроизмерительный прибор, чтобы его можно было использовать либо в качестве вольтметра с пределом $U = 15\text{ В}$, либо в качестве миллиамперметра с пределом $I = 7,5\text{ мА}$? (**Отв.:** 2 кОм).

8.17. Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует напряжению $U = 25\text{ В}$. Ток, текущий при этом через вольтметр $I = 12,5\text{ мА}$. Определите сопротивление вольтметра. (**Отв.:** 2 кОм).

8.18. Чему равно электрическое сопротивление участка цепи постоянного тока, если сила тока в цепи равна 3 А, а напряжение на этом участке цепи 6 В? (**Отв.:** 2 Ом).

8.19. Каким сопротивлением должен обладать электроизмерительный прибор, чтобы его можно было использовать в качестве вольтметра с пределом измерения 50 В, либо в качестве миллиамперметра с пределом измерения 20 мА? (**Отв.:** 2,5 кОм).

8.20. По проводнику течет ток силой 0,3 А, разность потенциалов на концах проводника равна 21 В. Чему равно сопротивление проводника? (**Отв.:** 70 Ом).

8.21. Имеются два проводника из одинакового материала. Их длины равны $l_1 = 17\text{ м}$ и $l_2 = 51\text{ м}$, а площади поперечного сечения

Постоянный электрический ток

$S_1 = 0,5 \text{ мм}^2$ и $S_2 = 0,3 \text{ мм}^2$. Найти отношение сопротивлений первого и второго проводника. (Отв.: 0,2).

8.22. Если источник тока с внутренним сопротивлением 4 Ом подключить к сопротивлению 8 Ом, то сила тока в цепи равна 0,2 А. Найти силу тока в цепи при подключении этого источника тока к сопротивлению 2 Ом. (Отв.: 0,4 А).

8.23. Какое сопротивление надо соединить последовательно с лампочкой, рассчитанной на напряжение 127 В и силу тока 0,3 А, при включении ее в сеть с напряжением 220 В? (Отв.: 310 Ом).

8.24. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением 200 В лампу, которая нормально горит при напряжении 120 В и токе 5 А? (Отв.: 16 Ом).

8.25. Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует напряжению $U_1 = 15 \text{ В}$. Ток, текущий при этом через вольтметр $I_1 = 7,5 \text{ мА}$. Определить ток, текущий через вольтметр, когда он показывает напряжение $U_2 = 5 \text{ В}$. (Отв.: 2,5 мА).

8.26. Сопротивления $R_1 = 24 \text{ Ом}$ и $R_2 = 51 \text{ Ом}$ соединены последовательно. Каково напряжение на сопротивлении R_1 , если напряжение на сопротивлении R_2 равно 17 В? (Отв.: 8 В).

8.27. Через поперечное сечение проводника за каждые 50 с протекает $8 \cdot 10^{20}$ свободных электронов. Определить величину тока в проводнике. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. (Отв.: 2,56 А).

8.28.* Два одинаковых сопротивления по 16 Ом каждое соединены один раз последовательно, второй – параллельно. Найти разность общих сопротивлений в первом и во втором случаях. (Отв.: 24 Ом).

8.29. Каково падение напряжение на сопротивлении $R = 8 \text{ Ом}$, если подключенный последовательно с ним амперметр показывает силу тока 3 А ? (**Отв.:** 24 В).

8.30. За 10 часов через поперечное сечение проводника прошел заряд равный $1,8 \cdot 10^5 \text{ Кл}$. Найти силу тока в этом проводнике. (**Отв.:** 5 А).

8.31.* Два сопротивления R_1 и R_2 соединены параллельно друг с другом и включены в сеть. Токи через них равны $0,6 \text{ А}$ и $0,15 \text{ А}$, соответственно. Найти величину сопротивления R_2 , если сопротивление $R_1 = 0 \text{ Ом}$. (**Отв.:** 12 Ом).

8.32.* Два одинаковых сопротивления соединены один раз последовательно, а другой – параллельно. Найти отношение их общих сопротивлений в первом и во втором случаях. (**Отв.:** 4).

8.33. Лампу, рассчитанную на напряжение 120 В и ток $2,5 \text{ А}$, необходимо включить в сеть с напряжением 220 В . Какое сопротивление нужно соединить последовательно с лампой? (**Отв.:** 40 Ом).

8.34.* Если источник с внутренним сопротивлением 2 Ом подключить к сопротивлению 10 Ом , сила тока в цепи равна $0,4 \text{ А}$. Найти силу тока в цепи при подключении этого источника тока к сопротивлению 8 Ом . (**Отв.:** $0,48 \text{ А}$).

8.35. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением $U = 200 \text{ В}$ лампу, которая горит нормально при напряжении $U_1 = 120 \text{ В}$ и токе $I_1 = 4 \text{ А}$? (**Отв.:** 20 Ом).

8.36.* Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует напряжению $U_1 = 20 \text{ В}$. Ток, текущий при этом

Постоянный электрический ток

через вольтметр $I_1 = 8$ мА. Определить ток, текущий через вольтметр, когда он показывает напряжение 5 В. (Отв.: 2 мА).

8.37.* Два одинаковых сопротивления по 36 Ом каждое соединены один раз последовательно, а второй – параллельно. Найти разность общих сопротивлений в первом и во втором случаях. (Отв.: 54 Ом).

8.38.* Для измерения температуры применили металлическую проволоку, имеющую при температуре 40°C сопротивление 16 Ом. При другой температуре ее сопротивление стало 18 Ом. Определить эту температуру, если температурный коэффициент сопротивления металла равен $0,005\text{ K}^{-1}$. (Отв.: 70°C).

8.39.* Через проводник, к концам которого приложено напряжение 4 В, за 2 мин проходят 15 Кл электричества. Найти сопротивление проводника. (Отв.: 32 Ом).

8.40.* Определить общее сопротивление цепи (см. рис. 8.3), если сопротивления отдельных проводников известны: $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 40$ Ом, $R_4 = 10$ Ом, $R_5 = 12$ Ом, $R_6 = 45$ Ом. (Отв.: 72 Ом).

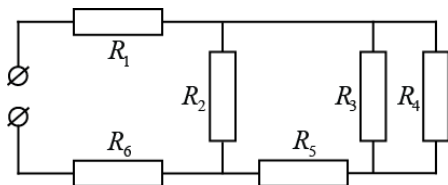


Рис. 8.3

8.41.* Найдите количество электричества, которое прошло за 20 с через поперечное сечение проводника сопротивлением 40 Ом при напряжении на его концах 220 В. (Отв.: 110 Кл).

8.42.* Реостат из нихромовой проволоки общей длиной 30 м и площадью поперечного сечения $0,5\text{ мм}^2$ рассчитан на максимальный ток 15 А. Какое максимальное напряжение можно

подать на реостат? Удельное сопротивление нихрома принять равным $1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. (Отв.: 900 В).

8.43.* Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением $U = 220$ В лампу, которая горит нормально при напряжении $U_1 = 160$ В и токе $I = 4$ А? (Отв.: 15 Ом).

8.44.* Для измерения температуры применили металлическую проволочку, имеющую при температуре 40°C сопротивление 16 Ом. При другой температуре ее сопротивление стало 19 Ом. Определить эту температуру, если температурный коэффициент сопротивления металла равен $\alpha = 0,005 \text{ K}^{-1}$. (Отв.: 85°C).

8.45.* Для измерения температуры применили металлическую проволочку, имеющую при температуре 40°C сопротивление 15 Ом. При другой температуре сопротивление металла стало 20 Ом. Определить эту температуру, если коэффициент сопротивления металла равен $0,005 \text{ K}$. (Отв.: 120°C).

8.46.** К концам двух последовательно соединенных сопротивлений R_1 и R_2 по 60 Ом каждое, подводится напряжение 120 В. Найдите показание вольтметра, подключенного к сопротивлению R_2 , если внутреннее сопротивление вольтметра 120 Ом. (Отв.: 48 В).

8.47.** Два сопротивления R и $3R$ включены в цепь параллельно друг другу. Найти отношение количества теплоты, выделяемой в сопротивлении R , к количеству теплоты, выделяемой в сопротивлении $3R$ за одно и то же время. (Отв.: 3).

8.48.** Два цилиндрических проводника, один из меди, а другой из алюминия, имеют одинаковую длину l и одинаковое сопротивление R . Во сколько раз медный проводник тяжелее алюминиевого? Удельное сопротивление меди $\rho_1 = 1,5 \cdot 10^{-8}$ Ом·м,

Постоянный электрический ток

удельное сопротивление алюминия $\rho_2 = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, плотность меди $D_1 = 8,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность алюминия $D_2 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. (Отв.: 2,04).

8.49.** Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки при 20°C равно 50 Ом. Определить температуру нити лампочки, если при включении ее в сеть напряжением 150 В по нити протекает ток 0,3 А. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 0,005 \text{ K}^{-1}$. (Отв.: 2000°C).

8.50.* Для измерения температуры применили металлическую проволочку, имеющую при температуре 40°C сопротивление 16 Ом. При другой температуре ее сопротивление стало 17 Ом. Определить эту температуру, если температурный коэффициент сопротивления металла $\alpha = 0,005 \text{ K}^{-1}$. (Отв.: 55°C).

8.51. К батарее с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор сопротивлением 10 Ом. Какой силы ток течет в цепи? (Отв.: 0,5 А).

8.52. К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключено сопротивление $R = 1,5 \text{ Ом}$. Найти ЭДС источника тока, если напряжение на внешнем сопротивлении равно 4,5 В. (Отв.: 6 В).

8.53.* В цепи, состоящей из источника ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, внутренним сопротивлением 1,5 Ом и внешним сопротивлением, идет ток силой 1 А. Найти величину внешнего сопротивления. (Отв.: 10,5 Ом).

8.54. К источнику тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили внешнее сопротивление равное 28 Ом. Чему равна ЭДС источника тока, если сила тока в цепи равна 0,4 А? (Отв.: 12 В).

8.55. К батарейке с ЭДС 4,5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключили резистор сопротивлением 8 Ом. Какой силы ток течет в цепи? (**Отв.:** 0,5 А).

8.56.* Резистор сопротивлением 8 Ом подключен к источнику тока с ЭДС 3 В. По цепи идет ток 0,3 А. Найти силу тока короткого замыкания. (**Отв.:** 1,5 А).

8.57.* В цепи, состоящей из источника тока с внутренним сопротивлением 1 Ом и реостата с сопротивлением 9 Ом, течет ток силой 0,1 А. Какой ток будет в цепи, если сопротивление реостата станет равным 4 Ом. (**Отв.:** 0,2 А).

8.58.* Если источник подключить к сопротивлению 16 Ом, сила тока в цепи равна 0,4 А, если подключить к сопротивлению 4 Ом, сила тока в цепи равна 0,8 А. Найти внутреннее сопротивление источника тока. (**Отв.:** 8 Ом).

8.59.* К источнику тока с ЭДС 18 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключено сопротивление $R = 5,5$ Ом. Найти напряжение на сопротивлении R . (**Отв.:** 16,5 В).

8.60.* К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,4 Ом подключено сопротивление $R = 1,1$ Ом. Найти ЭДС источника тока, если напряжение на внешнем сопротивлении равно 3,3 В. (**Отв.:** 4,5 В).

8.61.* Найти ток в цепи аккумулятора, замкнутого на сопротивление $R = 500$ Ом, если при последовательном включении в эту цепь миллиамперметра с внутренним сопротивлением 50 Ом он показал ток $I_1 = 10$ мА. Внутреннее сопротивление источника не учитывать. (**Отв.:** 11 мА).

8.62.* К источнику с ЭДС 1,4 В и внутренним сопротивлением 2,6 Ом подключили внешнее сопротивление и идеальный амперметр. Чему равна величина внешнего сопротивления, если амперметр показывает силу тока 0,5 А? (**Отв.:** 0,2 Ом).

Постоянный электрический ток

8.63.* ЭДС источника тока равна 10 В. Если его замкнуть накоротко, сила тока в цепи равна 5 А. Чему равна сила тока через сопротивление 18 Ом, подключенное к этому источнику тока? (Отв.: 0,5 А).

8.64.* Источник тока с ЭДС 10 В замкнут на сопротивление 18 Ом. Найти внутреннее сопротивление источника, если напряжение на зажимах источника равно 9 В. (Отв.: 2 Ом).

8.65.* Источник тока с внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 5 Ом. Найти ЭДС источника, если напряжение на его зажимах равно 10 В. (Отв.: 12 В).

8.66.* Какова ЭДС источника тока, если при подключении к нему сопротивления 4,5 Ом сила тока в цепи равна 1 А, а при подключении сопротивления 2 Ом сила тока в цепи равна 2 А. (Отв.: 5 В).

8.67.* Найти ток в цепи аккумулятора, замкнутого на сопротивление 1000 Ом, если при последовательном включении в эту цепь миллиамперметра с сопротивлением 200 Ом он показал ток 25 мА. Внутреннее сопротивление источника не учитывать. (Отв.: 0,03 А).

8.68.* К источнику тока с ЭДС 1,5 В присоединили катушку с сопротивлением 1,0 Ом. При этом амперметр показал силу тока 0,5 А. Определить внутреннее сопротивление источника тока. (Отв.: 2 Ом).

8.69.* Определить силу тока через источник в схеме, показанной на рисунке 8.4, если ЭДС $\mathcal{E} = 8,25$ В и $r = 1,5$ Ом. (Отв.: 2,5 А).

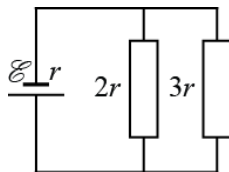


Рис. 8.4

8.70.* Найти сопротивление вольтметра, если при его подключении к источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом он показывает напряжение 9 В. (Отв.: 4,5 Ом).

8.71.* Имеется предназначенный для измерения разности потенциалов до 30 В вольтметр сопротивлением 2 кОм. Какое добавочное сопротивление надо взять, чтобы этим вольтметром можно было измерить ЭДС батареи 75 В. Сопротивлением батареи пренебречь. (**Отв.:** 3 кОм).

8.72.* Гальванический элемент обеспечивает на внешнее сопротивление 2,5 Ом ток силой 0,5 А. Если же внешнее сопротивление 5,5 Ом, то элемент обеспечивает ток силой 0,25 А. Найти внутреннее сопротивление элемента. (**Отв.:** 0,5 Ом).

8.73.** ЭДС элемента равна 1,6 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Чему равен КПД элемента при силе тока 2,4 А? (**Отв.:** 0,25).

8.74.* Электрическая цепь состоит из двух проводников соединенных последовательно, подключенных к источнику тока с ЭДС 48 В. Сопротивление второго проводника 30 Ом, а напряжение на концах первого проводника 12 В. Найти силу тока. Сопротивлением источника пренебречь. (**Отв.:** 1,2 А).

8.75.** При замыкании элемента на сопротивление 5 Ом сила тока в цепи равна 0,8 А, а при замыкании того же элемента на сопротивление 11 Ом сила тока равна 0,4 А. Найдите ЭДС источника. (**Отв.:** 4,8 В).

8.76.** Два проводника с одинаковыми сопротивлениями $R_1 = R_2 = R$ соединены последовательно с источником, ЭДС которого $\mathcal{E} = 15$ В. Какова, будет разница в показаниях вольтметров с внутренними сопротивлениями $2R$ и $7R$, если их поочередно подключать к концам одного из проводников? Внутренним сопротивлением источника пренебречь. (**Отв.:** 1 В).

8.77.** Определить ЭДС источника тока, если известно, что при подключении к нему поочередно двух сопротивлений, отличающихся

Работа и мощность. Ток в различных средах

друг от друга на 5 Ом, сила токов в них равны соответственно 2 А и 3 А. (Отв.: 30 В).

8.78.** Два проводника с одинаковыми сопротивлениями R соединены последовательно с источником, ЭДС которого $\mathcal{E} = 28$ В. Какова будет разница в показаниях вольтметров с внутренними сопротивлениями R и $10R$, если их поочередно подключить к концам одного из проводников? Внутренним сопротивлением источника пренебречь. (Отв.: 4 В).

8.79.** Определить ток короткого замыкания батареи с ЭДС 12 В, если при подключении к ней сопротивления $R = 2$ Ом ток в цепи $I = 5$ А. (Отв.: 30 А).

8.80.** Два проводника с одинаковыми сопротивлениями R соединены последовательно с источником, ЭДС которого $\mathcal{E} = 21$ В. Какова будет разница в показаниях вольтметров с внутренними сопротивлениями R , и $3R$, если их поочередно подключать к концам одного из проводников? Внутренним сопротивлением источника пренебречь. (Отв.: 2 В).

8.81.** Какова ЭДС элемента, если при подключении к его зажимам вольтметра сопротивлением $R_v = 20$ Ом он показывает напряжение 1,4 В, а при замыкании элемента сопротивлением $R = 10$ Ом по цепи течет ток 0,17 А? (Отв.: 7/3 В).

Глава 9. РАБОТА И МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

9.1. Во сколько раз увеличится количество теплоты, выделяемое за единицу времени, в проводнике с постоянным электрическим сопротивлением при увеличении силы тока в 2 раза? (Отв.: 4).

9.2. Электродвигатель имеет сопротивление $8\ \text{Ом}$ и приводится в движение от сети с напряжением $220\ \text{В}$. Какую мощность потребляет электродвигатель? (**Отв.:** $6,05\ \text{кВт}$).

9.3. Два сопротивления R и $4R$ соединены последовательно в цепи. Во сколько раз теплота, выделяемая в сопротивлении $4R$, больше теплоты, выделяемой в сопротивлении R за одно и то же время? (**Отв.:** 4).

9.4. Работа электрического тока на участке цепи за $3\ \text{с}$ равна $990\ \text{Дж}$. Чему равна сила тока в цепи, если напряжение на участке цепи равно $220\ \text{В}$? (**Отв.:** $1,5\ \text{А}$).

9.5. По проводнику сопротивлением $24\ \text{Ом}$ за $4\ \text{мин}$ прошел электрический заряд $600\ \text{Кл}$. Вычислить работу электрического тока. (**Отв.:** $36\ \text{кДж}$).

9.6. Мощность, потребляемая электроплиткой с сопротивлением $170\ \text{Ом}$, равна $15,3\ \text{Вт}$. Найти силу тока через спираль электроплитки? (**Отв.:** $0,3\ \text{А}$).

9.7. Определите сопротивление электрического паяльника, потребляющего мощность $254\ \text{Вт}$ от сети с напряжением $127\ \text{В}$. (**Отв.:** $63,5\ \text{Ом}$).

9.8. Сопротивление $R = 3\ \text{Ом}$ подключено к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12\ \text{В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1\ \text{Ом}$. Какая мощность выделяется на сопротивлении R ? (**Отв.:** $27\ \text{Вт}$).

9.9. Во сколько раз увеличится мощность постоянного тока, если увеличить в 2 раза напряжение на участке цепи при неизменном сопротивлении? (**Отв.:** 4).

9.10. Какую работу совершает электрический ток силой $1\ \text{А}$, протекая через сопротивление $100\ \text{Ом}$ за $25\ \text{секунд}$? (**Отв.:** $2,5\ \text{кДж}$).

9.11. Какую работу выполнил электрический ток, если через сечение проводника прошел заряд $2,5\ \text{Кл}$ и напряжение на проводнике равно $4\ \text{В}$? (**Отв.:** $10\ \text{Дж}$).

Работа и мощность. Ток в различных средах

9.12.* Через сколько времени в кипятильнике с обмоткой из проволоки сопротивлением 10 Ом закипит 0,6 кг воды, если начальная температура воды 16°C и средний КПД при нагреве кипятильника 60%. Напряжение в сети 120 В. Удельную теплоемкость воды принять равной $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. (**Отв.:** 245 с).

9.13.* Источник замыкается один раз проволокой сопротивлением 2,5 Ом, другой раз проволокой сопротивлением 10 Ом. При этом в обоих случаях выделяется равное количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника. (**Отв.:** 5 Ом).

9.14.* К источнику, на зажимах которого напряжение $U = 6 \text{ В}$, подключена нагрузка. Коэффициент полезного действия этой установки равен 60%. Определите ЭДС источника. (**Отв.:** 10 В).

9.15.* Определите напряжение на зажимах источника питания, если он обеспечивает в цепи ток $I = 2 \text{ А}$. Цепь состоит из двух параллельно включенных лампочек мощностью $P = 30 \text{ Вт}$ каждая. Потери мощности в подводящих проводах составляют 10% полезной мощности. (**Отв.:** 33 В).

9.16.* Элемент с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут на сопротивление 8 Ом. Найти мощность, выделяемую во внешней цепи. (**Отв.:** 8 Вт).

9.17.* Два параллельно соединенных резистора подключены к источнику тока с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Определить мощность, выделяемую во внешней цепи, если сопротивление каждого резистора равно 8 Ом. (**Отв.:** 36 Вт).

9.18.* К источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 8 \text{ В}$ подключена нагрузка. Коэффициент полезного действия установки равен 70%. Определите напряжение на зажимах источника. (**Отв.:** 5,6 В).

9.19.* Элемент замыкается один раз проволокой сопротивлением 4 Ом, другой раз проволокой сопротивлением 16 Ом. При

этом в обоих случаях выделяется равное количество теплоты. Определите внутреннее сопротивление элемента. (Отв.: 8 Ом).

9.20.* На сопротивлении $R = 3$ Ом, подключенного к источнику с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом за 30 с выделяется 810 Дж тепла. Определить ЭДС источника. (Отв.: 12 В).

9.21.* Определить напряжение на зажимах источника питания, если он обеспечивает в цепи ток $I = 1,1$ А. Цепь состоит из двух параллельно включенных лампочек мощностью 40 Вт каждая. Потери мощности в подводящих проводах составляют 10% полезной мощности. (Отв.: 80 В).

9.22.* Элемент с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 5 Ом. Найти мощность, выделяющаяся внутри источника. (Отв.: 4 Вт).

9.23. Два сопротивления $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 25$ Ом соединены параллельно и включены в цепь постоянного тока. Найти мощность, выделяемую в сопротивлении R_2 если сила тока в сопротивлении R_1 равна 5 А. (Отв.: 100 Вт).

9.24.* К источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 8$ В подключена нагрузка. Напряжение на зажимах источника $U = 6,4$ В. Определите коэффициент полезного действия этой цепи. (Отв.: 80 %).

9.25.* Источник тока с внутренним сопротивлением $r = 4$ Ом и ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В замкнут сопротивлением $R = 8$ Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней цепи в единицу времени? (Отв.: 8 Вт).

9.26.* Электрическая печь должна давать количество тепла $Q = 100$ кДж за время $t = 10$ мин. Какова должна быть длина нихромовой проволоки сечением $S = 5 \cdot 10^{-7}$ м², если печь питается от электросети с напряжением $U = 36$ В? Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. (Отв.: 3,24 м).

Работа и мощность. Ток в различных средах

9.27.** Электрическая лампочка с вольфрамовой нитью рассчитана на 220 В и потребляет мощность 40 Вт. Определить длину нити этой лампочки, если диаметр нити 0,01 мм. Температура нити при горении лампы $T = 2730$ К. Удельное сопротивление вольфрама при $T_0 = 273$ К равно $5 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, термический коэффициент сопротивления $\alpha = (1/273)$ К $^{-1}$. $\pi = 3,14$. (Отв.: 18,997 см).

9.28.** Электрическая цепь, имеющая сопротивление $R = 100$ Ом, питается от источника постоянного напряжения. Для измерения силы тока в цепи включили амперметр с внутренним сопротивлением $R_0 = 1$ Ом. На сколько изменилась сила тока в цепи после включения амперметра, если он показывает 5 А? (Отв.: 0,05 А).

9.29.** Вольтметр с внутренним сопротивлением в 400 Ом подключен для измерения к участку цепи с сопротивлением 20 Ом и показывает напряжение в 100 В. Определить на сколько отличаются показания вольтметра от истинного значения напряжения на данном участке. Считать, что включение вольтметра не приводит к изменению силы тока в цепи. (Отв.: 5 В).

9.30.** Электродвигатель имеющий сопротивление 2 Ом подключен к источнику с напряжением 120 В. Сила тока, проходящего через электродвигатель при его работе, 10 А. Во сколько раз полезная мощность электродвигателя больше мощности тепловых потерь? (Отв.: 5).

9.31.** К аккумулятору с внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом сначала подключена проволока сопротивлением $R = 2$ Ом, затем параллельно включена вторая такая же проволока (см. рис. 9.1). Каково отношение количества тепла, выделяющегося в первой проволоке до включения ключа K к количеству тепла,

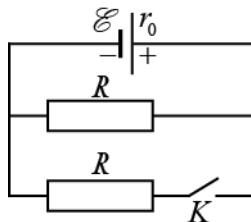


Рис. 9.1

выделяющегося в той же проволочке после включения ключа K за одно и то же время. (Отв.: 2,25).

9.32.** К источнику напряжения с внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом подключен нагреватель с сопротивлением $R = 4$ Ом, затем параллельно включен второй такой же нагреватель (см. рис. 9.1). Каково отношение мощности, выделяющейся во всей цепи после включения ключа K к мощности, которая выделяется также во всей цепи до включения ключа K ? (Отв.: 1,5).

9.33.** К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом подключена проволочка сопротивлением $R = 2$ Ом, затем параллельно включена точно такая же проволочка (см. рис. 9.1). Какую часть составляет мощность, которая выделяется в первой проволочке до включения ключа K , от мощности, выделяющейся во второй проволочке после включения ключа K ? (Отв.: 2,25).

9.34.** Электродвигатель, развивающий мощность $P = 1$ кВт, работает в течении 8 часов. Какова стоимость электроэнергии, израсходованной электродвигателем, если его КПД равен 80%, а стоимость одного кВт·часа равна 2 лейям. (Отв.: 20 лей).

9.35.** Алюминиевый и медный проводники одинакового сечения, соединенные между собой параллельно, подключены к источнику тока. Найти отношение количества теплоты, выделившееся в медном проводнике, к количеству теплоты, которое выделилось в алюминиевом проводнике. Длина алюминиевого проводника вдвое больше длины медного проводника. Удельное сопротивление алюминия и меди равны соответственно: $\rho_a = 2,873 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, $\rho_m = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. (Отв.: 3,38).

9.36.** Источник тока, подключенный на сопротивление $R_1 = 2$ Ом, дает ток $I_1 = 1,6$ А. Тот же источник, подключенный на сопроти-

Работа и мощность. Ток в различных средах

вление $R_2 = 1$ Ом, дает ток $I_2 = 2$ А. Найти мощность, которая теряется внутри источника во втором случае. (Отв.: 12 Вт).

9.37.** Источник тока замыкается один раз проволокой сопротивлением 4 Ом, другой раз – проволокой 9 Ом. При этом за одно и то же время в обоих случаях выделяется равное количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника. (Отв.: 6 Ом).

9.38.** Определить величину тока в цепи аккумулятора, если его ЭДС $\mathcal{E} = 2,5$ В, внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом и КПД $\eta = 80\%$. (Отв.: 1 А).

9.39. Чему равна сила тока, если при электролизе за 30 мин на электроде выделилось 0,35 г алюминия. Электрохимический эквивалент алюминия равняется $0,093 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Вычислить с точностью до 0,01. (Отв.: 2,09 А).

9.40. Какое количество хлора выделится при прохождении 10^{20} электронов через раствор HCl? Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а электрохимический эквивалент хлора $0,34 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл. (Отв.: 5,44 мг).

9.41. Определить число Фарадея, если известно, что при прохождении, через электролитическую ванну заряда $q = 4825$ Кл масса выделившегося на катоде золота $m = 3,3$ г. Химический эквивалент золота $k = 66 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. (Отв.: 96,5 кКл/моль).

9.42. Цинковый анод массой $m = 17$ г поставлен в электролитическую ванну, через которую проходит ток $I = 2$ А. Через какое время анод полностью израсходуется на покрытие металлических изделий. Электрохимический эквивалент цинка $k = 3,4 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (Отв.: 25000 с).

9.43. При прохождении электрического тока через электролитическую ванну с медным купоросом (CuSO_4) выделилось 6,6 г меди за 10^4 с. Определить силу тока, если электрохимический эквивалент меди равен $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 2 А).

9.44. Вычислить электрический заряд, прошедший через электролитическую ванну, если известно, что масса выделившегося на катоде золота 5 г. Химический эквивалент золота $66 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Ответ округлить до целых. (**Отв.:** 7353 Кл).

9.45. При электролитическом способе получения никеля расходуется 10 кВт·час электроэнергии на килограмм. Электрохимический эквивалент никеля 1080 мг/(А·час). При каком напряжении производится электролиз? (**Отв.:** 10,8 В).

9.46. Никелирование изделия длилось 50 минут. Сила тока во время электролиза 2 А. Электрохимический эквивалент никеля $0,3 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Сколько граммов никеля осело на изделие? (**Отв.:** 1,8 г).

9.47. Какое количество хлора выделится при прохождении тока в 1 А за 16 с через раствор HCl? Электрохимический эквивалент хлора $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 5,44 мг).

9.48. За какое время выделится 3,4 мг хлора при прохождении тока в 1 А через раствор HCl? Электрохимический эквивалент хлора $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 10 с).

9.49. Какое значение получил ученик для электрохимического эквивалента меди, если при прохождении электрического тока силой 0,6 А в течении 25 мин на катодной пластинке осело 0,288 г меди. (**Отв.:** 0,32 мг/Кл).

9.50. При электролизе медного купороса выделилось 6,6 г меди. Электрохимический эквивалент меди равен $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Какое количество электричества прошло через раствор медного купороса за время электролиза? (**Отв.:** 20 кКл).

9.51. Какой силы электрический ток должен пройти через раствор HCl за 16 с, чтобы выделилось 5,44 мг хлора? Электрохимический эквивалент хлора $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 1 А).

Работа и мощность. Ток в различных средах

9.52. Через раствор медного купороса прошел ток в 2 А, при этом выделилось 6,6 г меди. Электрохимический эквивалент меди $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Вычислить время электролиза. (**Отв.:** 10^4 с).

9.53. Какой силы ток необходимо пропустить через раствор ZnSO_4 в течение 10 часов, чтобы на электроде выделилось 61,2 г цинка? Электрохимический эквивалент цинка равен $3,4 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (**Отв.:** 5 А).

9.54. При никелировании изделия через электролит протекает ток, равный 2 А. Найти электрохимический эквивалент никеля, если за 5 часов на электроде выделилось 10,8 г никеля. (**Отв.:** 0,3 мг/Кл).

9.55. Сколько времени длится никелирование, если на изделие осаждается слой никеля массой 1,8 г? Сила тока 2 А. Электрохимический эквивалент цинка равен $0,3 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 50 мин).

9.56. Через раствор медного купороса прошло $2 \cdot 10^4$ Кл электричества. Сколько граммов меди выделилось? Электрохимический эквивалент меди равен $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 6,6 г).

9.57. За время $t = 10$ мин на катоде отложилось $m = 0,316$ г меди. Электрохимический эквивалент меди $k = 3,3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Какой электрический ток необходим для поддержания электролиза? Ответ округлить до десятых. (**Отв.:** 1,6 А).

9.58. Найти массу серебра, выделившегося на электроде, при протекании через ванну электрического тока силой 5 А в течение 30 часов. Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 604,8 г).

9.59. Сколько грамм алюминия выделится при электролизе за 0,5 часа, если сила тока равна 2 А? Электрохимический эквивалент алюминия равен $0,09 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 0,324 г).

9.60. Две электролитические ванны в одной из которых содержится раствор AgNO_3 , а во второй – раствор CuSO_4 , соединены последовательно и включены в сеть постоянного тока. За одинаковое время в первой выделилось 29,24 мг серебра, а во второй 8,6 мг меди. Найти отношение электрохимических эквивалентов серебра и меди. (**Отв.:** 3,4).

9.61. Определить длительность электролиза для выделения 22,32 г алюминия, если сила тока равна 2 А. Электрохимический эквивалент алюминия равен $0,093 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 2000 мин).

9.62. За 10 часов на электроде электролитической ванны выделилось 322,56 г серебра. Найти силу постоянного тока, протекающего через ванну. Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 8 А).

9.63. Определить электрохимический эквивалент натрия. Атомная масса натрия $A = 0,023$ кг/моль, его валентность $n = 1$, число Фарадея $F = 96500$ Кл/моль. Результат округлить до сотых. (**Отв.:** 0,24 мг/Кл).

9.64.* При электролизе раствора HCl , на аноде выделилось 34 г хлора. Какое количество водорода выделилось на катоде за время электролиза? Электрохимические эквиваленты водорода и хлора соответственно равны: $0,01 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл и $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 1 г).

9.65.* Последовательно с электролитической ванной включен амперметр, который показывает ток 1,590 А. Какую поправку надо внести в показание амперметра, если за время $t = 10$ мин на катоде отложилось 0,316 г меди? Электрохимический эквивалент меди $k = 3,3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (**Отв.:** 6 мА).

9.66.* Атомная масса серебра $A_1 = 0,108$ кг/моль, его валентность $n_1 = 1$ и электрохимический эквивалент $k_1 = 1,118 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Найти электрохимический эквивалент золота k_2 , если атомная

Работа и мощность. Ток в различных средах

масса золота $A_2 = 0,197$ кг/моль, а его валентность $n_2 = 3$. Результат округлить до сотых. (Отв.: 0,68 мг/Кл).

9.67.* При электролизе раствора HCl , на катоде выделилось 1,01427 г водорода. Какое количество хлора выделилось на аноде за время электролиза? Электрохимические эквиваленты водорода и хлора соответственно равны $0,01045 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл и $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Результат округлить до целых. (Отв.: 33 г).

9.68.* При электролизе раствора сернокислого цинка в течение 1 часа, выделилось 2,448 г цинка. Электрохимический эквивалент цинка равен $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. При каком напряжении поддерживается электролиз, если сопротивление ванны 3 Ом? (Отв.: 6 В).

9.69.* Две электролитические ванны, содержащие одна – раствор соли хрома, другая – раствор соли никеля, соединены последовательно и включены в сеть постоянного тока. За одно и то же время в ваннах выделилось соответственно 9 г хрома и 15 г никеля. Найти электрохимический эквивалент хрома, если электрохимический эквивалент никеля равен 0,3 мг/Кл. (Отв.: 0,18 мг/Кл).

9.70.* При электролизе раствора серной кислоты расходуется мощность 37 Вт. Определить сопротивление электролита, если за время $t = 50$ мин выделяется 0,3 г водорода. Электрохимический эквивалент водорода равен $0,01045 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Результат округлить до десятых. (Отв.: 0,4 Ом).

9.71.* При электролизе раствора серной кислоты за 50 мин выделилось 0,5 г водорода. Определить мощность, расходуемую на нагревание электролита, если его сопротивление равно 0,9 Ом. Электрохимический эквивалент водорода $0,01045 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 250 Вт).

9.72.* Цинковый анод массой 17 г поставлен в электролитическую ванну, через которую проходит электрический ток. Через $2,5 \cdot 10^4$ с анод полностью израсходуется на покрытие металлических изделий. Электрохимический эквивалент цинка $k = 0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Чему равняется сила электрического тока? (**Отв.:** 2 А).

9.73.* За время $t_1 = 40$ с в цепи, состоящей из трех одинаковых проводников, соединенных параллельно и включенных в сеть, выделилось некоторое количество теплоты. За какое время t_2 выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить последовательно? (**Отв.:** 6 мин).

9.74.* Если через электролитическую ванну, содержащую раствор сернистого цинка ZnSO_4 пропустить ток силой 2 А, то за 2 часа на электроде выделяется 5 г цинка. Найти массу цинка, выделившуюся на электроде за 96 минут при силе тока 3 А. (**Отв.:** 6 г).

9.75.* Атомная масса золота $A_1 = 0,197$ кг/моль, его валентность $n_1 = 3$ и электрохимический эквивалент $k_1 = 0,68 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Найти электрохимический эквивалент серебра, если атомная масса серебра $A_2 = 0,108$ кг/моль, его валентность $n_2 = 1$. Округлить до десятых. (**Отв.:** 1,1 мг/Кл).

9.76.* Через электролитическую ванну с раствором сернистого цинка ZnSO_4 проходит электрический ток. Найти массу цинка, выделившуюся на электроде при прохождении электрического тока в течение 5 часов, если сила тока равна 1,5 А. Электрохимический эквивалент цинка равен $3,4 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (**Отв.:** 9,18 г).

9.77.* За 10 часов на электроде электролитической ванны выделилось 322,56 г серебра. Найти силу постоянного тока,

Работа и мощность. Ток в различных средах

протекающего через ванну. Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 8 А).

9.78.* За время $t = 50$ мин на изделие осел слой никеля массой 1,8 г. Электрохимический эквивалент никеля равен $0,3 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. Вычислить электрический ток, необходимый для электролиза. (Отв.: 2 А).

9.79.* При электролизе сернистого цинка $ZnSO_4$ в течение часа выделилось 6,48 г цинка. Определить сопротивление электролита, если на электроды подано напряжение 72 В. Электрохимический эквивалент цинка равен $0,36 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 14,4 Ом).

9.80.* При силе тока в 4,5 А на электроде электролитической ванны за некоторое время выделяется 22,5 мг серебра. Найти массу серебра, которое выделится на электроде за то же время при силе тока 2 А. (Отв.: 10 мг).

9.81.* Вычислить израсходованную энергию для получения 1 кг никеля, если электролиз производится при напряжении 10,8 В. Электрохимический эквивалент никеля 1080 мг/(А·час). (Отв.: 10 кВт·ч).

9.82.* Через электролитическую ванну с раствором сернокислого цинка проходит электрический ток. Найти массу цинка, выделившуюся на электроде при прохождении тока в течении 4 часов, если сила тока равна 2 А. Электрохимический эквивалент цинка равен $3,4 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. (Отв.: 9,792 г).

9.83.* Две электролитические ванны, в одной из которых содержится раствор $AgNO_3$, а во второй – раствор $CuSO_4$, соединены последовательно и включены в сеть постоянного тока. Сколько меди выделилось во второй ванне за то время, за которое в первой выделилось 5,6 мг серебра? Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл, а меди – $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Отв.: 1,65 мг).

9.84.* При электролизе раствора сернокислого цинка в течение часа, выделилось 2,448 г цинка. Найти величину сопротивления ванны, если напряжение на электродах равно 6 В. Электрохимический эквивалент цинка равен $0,34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 3 Ом).

9.85.* Две электролитические ванны, содержащие растворы AgNO_3 и CuSO_4 , включены в цепь последовательно. Сколько меди выделится на электроде в одной из ванн, если в другой выделилось 89,6 г серебра. Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл, а меди – $0,33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (**Отв.:** 26,4 г).

Глава 10. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

10.1. Прямолинейный проводник длиной 0,4 м помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. Определить индукцию магнитного поля, если на проводник действует сила в 4 мН, когда по нему проходит ток в 2 А. (**Отв.:** 5 мТл).

10.2. Определите длину участка прямолинейного проводника, находящегося в однородном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл, если при протекании по проводнику тока 2 А на него действует сила 3 мН. Проводник расположен под углом 30° к линиям индукции магнитного поля. (**Отв.:** 0,15 м).

10.3. Проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Определить силу, действующую на проводник, если его длина $l = 0,2$ м, сила тока $I = 5$ А, а угол между направлением тока и вектором \vec{B} равен 30° . (**Отв.:** 20 мН).

10.4. Прямолинейный проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией 3 мТл. Определить силу, с которой действует магнитное поле на проводник, если его длина равна 0,2 м, по нему проходит ток 2 А и проводник составляет с направлением линий магнитной индукции угол 30° . (**Отв.:** 0,6 мН).

10.5. Прямолинейный проводник длиной 0,5 м помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции. Определить магнитную индукцию поля, если на проводник действует сила в 12 мН, когда по нему проходит ток в 3 А. (**Отв.:** 8 мТл).

10.6. Прямолинейный проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией 2 мТл. Определить угол между проводником и направлением линий индукции магнитного поля, если длина проводника равна 0,8 м, сила тока в нем 1,5 А, а сила, с которой магнитное поле действует на проводник, равна 1,2 мН. (**Отв.:** 30°).

10.7. Проводник с током помещен в однородное магнитное поле. Длина проводника $l = 0,2$ м, сила тока в нем $I = 1,5$ А. Найти величину индукции магнитного поля, если при угле между направлением тока и вектором \vec{B} равном 30° на проводник действует сила $F = 4,5 \cdot 10^{-3}$ Н. (**Отв.:** 0,03 Тл).

10.8. В однородном магнитном поле с индукцией 1,6 Тл на проводник с током силой 15 А и длиной 0,1 м действует сила 2,4 Н. Под каким углом к направлению поля расположен проводник? (**Отв.:** 90°).

10.9.* Проводник длиной 0,2 м с током силой 15 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,6 Тл, угол между проводником и линиями магнитной индукции равен 90°. Найти работу, совершаемую магнитным полем при перемещении проводника на расстояние 0,4 м в направлении силы, действующей на проводник с током со стороны магнитного поля. (**Отв.:** 0,72 Дж).

10.10.* Проводник длиной 0,2 м с током силой 30 А находится в однородном магнитном поле, перпендикулярно к линиям

магнитной индукции. При перемещении проводника на расстояние $0,25$ м в направлении действующей на него силы, поле совершило работу $0,12$ Дж. Найти индукцию магнитного поля. (Отв.: $0,08$ Тл).

10.11.* Горизонтальный проводник длиной $0,2$ м и массой $m = 3$ г находится в горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,06$ Тл перпендикулярно к линиям магнитной индукции. При какой силе тока в проводнике он будет висеть, не падая? Считать ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Отв.: $2,5$ А).

10.12.* По горизонтальному проводнику длиной $l = 10$ см и массой $m = 10$ г течет ток силой $I = 10$ А. Определить минимальную индукцию магнитного поля B , в которое нужно поместить проводник, чтобы он висел в воздухе, не падая. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: $0,1$ Тл).

10.13.* По горизонтальному проводнику длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг течет ток силой $I = 1$ А. Определить магнитную индукцию B горизонтального однородного магнитного поля, в которое нужно поместить проводник перпендикулярно к линиям магнитной индукции, чтобы он висел не падая. Считать ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Отв.: $0,5$ Тл).

10.14.* В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 10$ мТл подвешен за концы на двух легких нитях горизонтальный проводник длиной $l = 10$ см, перпендикулярный магнитному полю. При пропускании тока по проводнику натяжение каждой нити изменилось на $\Delta T = 10$ мН. Найти силу тока I через проводник. (Отв.: 20 А).

10.15.* Проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток силой $0,2$ А, перемещается на расстояние $b = 0,5$ м под

Электромагнетизм

действием магнитного поля, которое направлено под углом 30° к току в проводнике. Найти индукцию магнитного поля, если над проводником совершена работа $A = 5 \cdot 10^{-3}$ Дж. (Отв.: 0,5 Тл).

10.16. Электрон движется в вакууме со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл. Чему равен модуль силы, действующей на электрон, если угол между направлением скорости электрона и линий магнитной индукции равен 90° ? Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,24 нН).

10.17. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью 15000 км/с перпендикулярно линиям индукции. Определить индукцию магнитного поля, если на электрон действует сила $7,2 \cdot 10^{-13}$ Н. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,3 Тл).

10.18. На электрон, движущийся в однородном магнитном поле с индукцией 0,25 Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции, действует сила $4,8 \cdot 10^{-14}$ Н. Найти модуль скорости электрона. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 1,2 Мм/с).

10.19.* Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого равна 0,455 Тл, перпендикулярно линиям индукции со скоростью 7200 км/с. Определите радиус дуги окружности, по которой движется электрон в магнитном поле. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, его заряд $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,09 мм).

10.20.* Электрон, влетающий в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью 64000 км/с, начинает двигаться по окружности радиуса 4,55 мм. Определить величину индукции магнитного поля. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, а его заряд равен по величине $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 8 мТл).

10.21. Какова индуктивность соленоида, если при силе тока 5 А через него проходит магнитный поток в 50 мВб? (Отв.: 10 мГн).

10.22. Индуктивность соленоида равна 10 мГн. Чему равняется сила электрического тока, если соленоид был пронизан магнитным потоком равным 50 мВб? (Отв.: 5 А).

10.23. Магнитная индукция однородного магнитного поля $B = 0,5$ Тл. Определить поток магнитной индукции через плоскую поверхность площадью $S = 25$ см², расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции. (Отв.: 1,25 мВб).

10.24. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см² при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность перпендикулярна вектору индукции? (Отв.: 2 мВб).

10.25. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см² при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность расположена под углом 30° к вектору магнитной индукции? (Отв.: 1 мВб).

10.26.* Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см² при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность расположена под углом 60° к вектору магнитной индукции? Принять $\cos 30^\circ = 0,86$. (Отв.: 1,72 мВб).

10.27. За 5 мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 мВб до 3 мВб. Найти ЭДС индукции в соленоиде. (Отв.: 400 В).

10.28. Магнитный поток, пронизывающий каждый виток катушки, имеющей 1000 витков, равен 1 мВб. Чему равняется ЭДС индукции, если при равномерном убывании магнитного поля оно исчезает за время $\Delta t = 0,1$ с? (Отв.: 10 В).

Электромагнетизм

10.29. Какой величины ЭДС индукции возбуждается в контуре, если в нем за 0,02 с магнитный поток равномерно изменяется на 0,06 Вб? (**Отв.:** 3 В).

10.30. За какой промежуток времени должен измениться на 0,12 Вб магнитный поток, чтобы в контуре, охватывающем этот поток, возбуждалась ЭДС индукции 24 В? (**Отв.:** 5 мс).

10.31. Найти скорость изменения магнитной индукции в соленоиде, содержащем 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В. (**Отв.:** 60 мВб/с).

10.32. Изменение магнитного потока через катушку с 3000 витками за время 0,01 с равняется 1 мВб. Вычислить модуль ЭДС индукции. (**Отв.:** 300 В).

10.33. Обмотка на стальном сердечнике с поперечным сечением 50 см^2 содержит 100 витков провода. Вычислить ЭДС индукции в обмотке при изменении магнитной индукции от 0,1 Тл до 1,1 Тл в течение 5 мс. (**Отв.:** 100 В).

10.34. Изменение магнитного потока через катушку с 2000 витками равняется 0,001 Вб. Через какое время в катушке возникает ЭДС индукции равная 200 В? (**Отв.:** 0,01 с).

10.35. Неподвижный виток, площадь которого равна 20 см^2 , расположен перпендикулярно к линиям индукции однородного магнитного поля. Найти ЭДС индукции, возникающей в витке, если магнитная индукция возрастает равномерно от 0,1 Тл до 0,8 Тл за время 0,02 с. (**Отв.:** 0,07 В).

10.36. Какой величины ЭДС индукции возбуждается в контуре, если в нем за 0,2 с магнитный поток изменяется на 0,18 Вб? (**Отв.:** 0,9 В).

10.37.* Какой магнитный поток пронизывал каждый виток катушки, имеющей 1000 витков, если при равномерном уменьшении магнитного поля за время $\Delta t = 0,1$ с в катушке индуцируется ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В? (**Отв.:** 1 мВб).

10.38.* Определить изменение магнитного потока через катушку, если она имеет 3000 витков и за время $\Delta t = 0,01$ с возникает ЭДС индукции $\mathcal{E} = 300$ В. (**Отв.:** 1 мВб).

10.39.* В соленоиде, содержащем 500 витков провода, ЭДС индукции равна 400 В. Вычислить изменение магнитного потока в соленоиде за 5 мс. (**Отв.:** 4 мВб).

10.40.* Скорость изменения магнитного потока в соленоиде содержащем 2000 витков равна 60 мВб/с. Вычислить ЭДС индукции в соленоиде. (**Отв.:** 120 В).

10.41.* Определить изменение магнитного потока через катушку, если она имеет 2000 витков и за 0,01 с возникает ЭДС индукции 200 В. (**Отв.:** 1 мВб).

10.42.* Сколько витков провода должна содержать обмотка на стальном сердечнике с поперечным сечением 50 см^2 , чтобы в ней при изменении индукции от 0,1 до 1,1 Тл в течение 5 мс возбуждалась ЭДС индукции 100 В? (**Отв.:** 100).

10.43.* Найти силу индукционного тока в проволочном кольце сопротивлением 1,2 Ом, если пронизывающий его магнитный поток в течение 0,2 с увеличивается от 0,01 Вб до 0,04 Вб. (**Отв.:** 0,125 А).

10.44.* Виток провода площадью 2 см^2 замкнут на конденсатор емкостью 12,5 мкФ. Плоскость витка перпендикулярна однородному магнитному полю. Найти скорость изменения

Электромагнетизм

индукции магнитного поля, при которой заряд на конденсаторе равен $5 \cdot 10^{-9}$ Кл. (**Отв.:** 2 Тл/с).

10.45. Определить длину проводника, пересекающего магнитное поле с индукцией 0,1 Тл под углом 30° со скоростью 0,5 м/с, на концах которого создается ЭДС индукции 0,005 В. (**Отв.:** 0,2 м).

10.46. Вычислить длину проводника, который перемещается со скоростью 0,5 м/с перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией 0,2 Тл, чтобы получить на концах проводника ЭДС индукции 0,01 В. (**Отв.:** 0,1 м).

10.47. С какой скоростью надо двигать проводник длиной 10 см перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, индукция которого 0,2 Тл, чтобы получить на концах проводника ЭДС индукции 0,01 В? (**Отв.:** 0,5 м/с).

10.48. Проводник длиной 0,5 м движется в однородном магнитном поле, имеющем индукцию 0,05 Тл, перпендикулярно силовым линиям со скоростью 2 м/с. Определить ЭДС индукции. (**Отв.:** 0,05 В).

10.49. С какой скоростью надо двигать проводник длиной 0,8 м перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией 0,2 Тл, чтобы получить на концах проводника ЭДС индукции 0,01 В? (**Отв.:** 62,5 мм/с).

10.50. Определить величину ЭДС индукции, возникающей на концах стержня длиной 1 м, если им пересекают магнитное поле Земли перпендикулярно силовым линиям со скоростью 1 м/с. Индукция магнитного поля Земли равна $2 \cdot 10^{-5}$ Тл. (**Отв.:** 20 мкВ).

10.51.* Определить ЭДС индукции на концах проводника длиной 0,2 м, пересекающем магнитное поле с индукцией 0,1 Тл под углом 30° со скоростью 0,5 м/с. (**Отв.:** 5 мВ).

10.52.* Реактивный самолет с размахом крыльев 50 м летит горизонтально со скоростью 800 км/час. Определить разность потенциалов, возникающую на концах крыльев, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна $5 \cdot 10^{-5}$ Тл. Вычислить с точностью до сотых. (**Отв.:** 0,56 В).

10.53.* Проводник длиной $l = 1$ м равномерно вращается в плоскости перпендикулярной однородному магнитному полю с индукцией $B = 0,02$ Тл так, что ось вращения проходит через конец стержня. Частота вращения $\nu = 5$ с⁻¹. Определить разность потенциалов между концами проводника. (**Отв.:** $(\pi/10)$ В).

10.54.* Проволочный виток радиусом $r = 5$ см находится в однородном магнитном поле индукцией $B = 10^{-3}$ Тл, так что угол между плоскостью витка и вектором индукции равен 30° . Определить заряд, который пройдет по витку, если его повернуть на угол 180° вокруг диаметра. Сопротивление витка $R = 3,14 \cdot 10^{-3}$ Ом. $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 2,5 мКл).

10.55.* Однослойная катушка площадью сечения $S = 20$ см², содержащая $N = 500$ витков провода, помещена в однородное магнитное поле так, что линии индукции параллельны ее оси. При выключении магнитного поля по катушке прошел заряд $q = 10^{-3}$ Кл. Найти индукцию магнитного поля, если сопротивление катушки $R = 10$ Ом. (**Отв.:** 10 мТл).

10.56.* Виток, первоначально расположенный перпендикулярно магнитному полю с индукцией $B_1 = 0,03$ Тл, убирается из него. При этом по витку прошел заряд $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл. Какой заряд пройдет по этому витку, если его внести в магнитное поле с индукцией $B_2 = 0,045$ Тл также как в первом случае? (**Отв.:** 3 мКл).

10.57.* Проволочный виток радиусом $r = 3$ см помещен в перпендикулярное его плоскости однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Затем виток вытягивается в прямую вдоль AB (см. *рис. 10.1*). Найти заряд, который пройдет при этом по проводу. Принять $\pi = 3,14$. Сопротивление витка $R = 0,785$ Ом. (Отв.: 360 мкКл).

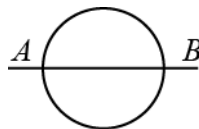


Рис. 10.1

10.58.* Квадрат из провода общей длиной $l = 40$ см помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно его плоскости. Индукция поля $B = 0,04$ Тл. Затем квадрат растягивается в прямую вдоль AB (см. *рис. 10.2*). Определить заряд, который пройдет при этом по проводу. Сопротивление всего провода $R = 0,025$ Ом. (Отв.: 16 мКл).

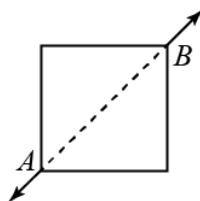


Рис. 10.2

10.59.* Кольцо радиуса $r = 8$ см из провода сопротивлением $R = 0,1$ Ом расположено перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией $B = 0,02$ Тл. Кольцо деформируют так, что получаются два одинаковых кольца в виде восьмерки, лежащие в той же плоскости, что и кольцо (см. *рис. 10.3*). Определить какой заряд пройдет при этом по проводу? Принять $\pi = 3,14$. (Отв.: 2009,6 мКл).

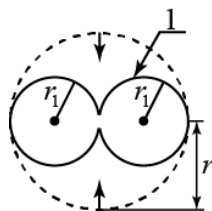


Рис. 10.3

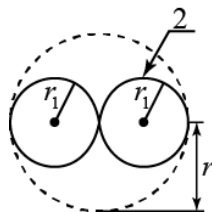


Рис. 10.4

10.60.* В условиях задачи **10.59** исходное кольцо складывается так, как показано на *рисунке 10.4*, путем поворота части

контура относительно оси на 180° . Найти заряд прошедший при этом по проводу. (Отв.: 4019,2 мкКл).

10.61.* Контур 1, изображенный на *рисунке 10.3*, преобразуется в контур 2, изображенный на *рисунке 10.4*. Найти заряд, прошедший при этом по проводу. Числовые данные взять из задачи **10.59**. (Отв.: 2009,6 мкКл).

10.62.* Контур в виде восьмерки (см. *рис. 10.4*) расположен перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией $B = 0,055$ Тл. Радиус $r_1 = 2,5$ см. Найти заряд, который пройдет по контуру при выключении магнитного поля. Сопротивление контура $R = 1$ Ом. Принять $\pi = 3,14$. (Отв.: 0).

10.63.** Виток из проволоки радиусом 2 см расположен в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл так, что линии индукции перпендикулярны плоскости витка. Найти заряд, который пройдет по витку, если его трансформировать в квадрат в той же плоскости. Сопротивление провода, из которого сделан виток, равно 0,43 Ом. (Отв.: 100π мкКл).

10.64.** Проводник длиной $l = 0,5$ м и сопротивлением $R = 2$ Ом лежит на двух горизонтальных шинах, замкнутых на источник тока, ЭДС которого $\mathcal{E} = 2$ В. Вся конструкция находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. (см. *рис. 10.5*). Определить силу тока в проводнике, если проводник движется вправо со скоростью $v = 5$ м/с. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением шин пренебречь. (Отв.: 1,25 А).

10.65.** Проводник длиной $l = 0,3$ м и сопротивлением $R = 7,5$ Ом лежит на двух горизонтальных шинах, как показано на *рисунке 10.5*. Конструкция помещена в вертикальное маг-

нитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл.

Проводник движется влево со скоростью $v = 3$ м/с. Найти величину

ЭДС источника тока, который нужно подключить к шинам, чтобы по

проводнику протекал ток $I = 1$ А. Сопротивлением шин пренебречь. Внутреннее сопротивление источника $r = 0,5$ Ом.

(Отв.: 8,18 В).

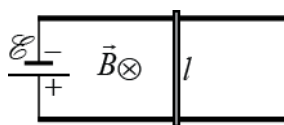


Рис. 10.5

10.66.** Проводник длиной $l = 1$ м и сопротивлением $R = 3$ Ом лежит на двух горизонтальных шинах, замкнутых на источник тока, ЭДС которого $\mathcal{E} = 3$ В. Вся конструкция находится в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рис. 10.5). Определить силу тока в проводнике, если он движется влево, со скоростью $v = 3$ м/с. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением шин пренебречь. (Отв.: 0,9 А).

10.67.** Проводник длиной $l = 0,5$ м и сопротивлением $R = 5$ Ом лежит на двух горизонтальных шинах, как показано на рисунке 10.5. Вся конструкция находится в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл. Проводник движется вправо со скоростью $v = 5$ м/с. Найти значение ЭДС источника, который нужно подключить к шинам, чтобы по проводнику протекал ток силой $I = 2$ А. Сопротивлением шин пренебречь. Внутреннее сопротивление источника $r = 1$ Ом. (Отв.: 11 В).

10.68.** Проводник длиной $l = 0,2$ м лежит на двух гладких горизонтальных шинах, к которым подключен резистор сопротивлением $R = 8$ Ом (см. рис. 10.6). Полученная цепь помещена в однородное вертикальное магнитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл.

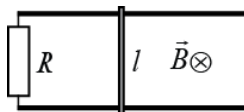


Рис. 10.6

Найти силу тока в цепи, если проводник будет двигаться вправо со скоростью $v = 5$ м/с. Сопротивлением шин и проводника пренебречь. (Отв.: 25 мА).

10.69.** Плоский виток провода расположен перпендикулярно однородному магнитному полю. Когда виток повернули на угол $\alpha_1 = 180^\circ$, по нему прошел заряд 9,6 мкКл. На какой угол α_2 повернули виток, если по нему прошел заряд 2,4 мкКл? (Отв.: 60°).

10.70.** Виток провода площадью $S = 20$ см² замкнут на конденсатор емкостью $C = 25$ мкФ. Плоскость витка перпендикулярна однородному магнитному полю. Определить скорость изменения магнитного поля, если заряд конденсатора равен 5 мкКл. (Отв.: 100 Тл/с).

10.71.** На какой угол повернули контур площадью 10 мм², расположенный перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля, если по нему прошел заряд $q = 10^{-6}$ Кл? Индукция магнитного поля равна 0,1 Тл, а сопротивление контура 0,5 Ом. (Отв.: 30°).

10.72.** Проводник длиной $l = 0,6$ м лежит на двух гладких горизонтальных шинах, к которым подключен резистор сопротивлением $R = 10$ Ом (см. рис. 10.6). Однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,25$ Тл направлено вертикально. Найти силу тока в цепи, если проводник будет двигаться влево со скоростью $v = 2$ м/с. Сопротивлением шин и проводника пренебречь. (Отв.: 0,03 А).

10.73.** Проводник длиной 0,5 м лежит на двух гладких горизонтальных шинах, к которым подключен источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 1,2$ В (см. рис. 10.5). Однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл направлено вертикально. С какой скоростью нужно двигать проводник влево, чтобы ток в цепи был равен нулю? (Отв.: 4,8 м/с).

10.74. ЭДС самоиндукции, возбуждаемая в проводнике, равна 20 мВ. Чему равно изменение силы тока через проводник в течение 0,25 с, если его индуктивность $L = 2,5$ мГн? (**Отв.:** 2 А).

10.75. По катушке с индуктивностью 90 мГн, присоединенной к батарее, проходит ток 2 А. Определить время убывания тока при размыкании цепи, если ЭДС самоиндукции равна 4,5 В. (**Отв.:** 0,04 с).

10.76. В обмотке электромагнита при равномерном изменении силы тока в ней на 6 А за 0,03 с возбуждается ЭДС самоиндукции 100 В. Чему равна индуктивность обмотки электромагнита? (**Отв.:** 0,5 Гн).

10.77. Определить индуктивность катушки, если при изменении силы тока со скоростью 80 А/с ЭДС самоиндукции равна 30 В. (**Отв.:** 0,375 Гн).

10.78. Определить индуктивность катушки, если при изменении силы тока со скоростью 40 А/с ЭДС самоиндукции равна 10 В. (**Отв.:** 0,25 Гн).

10.79. Какова индуктивность катушки, в которой при изменении силы тока на 2 А в течение 0,15 с возбуждается ЭДС самоиндукции 120 В? (**Отв.:** 9 Гн).

10.80. Какой величины ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,7 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 3 А за 0,01 с? (**Отв.:** 210 В).

10.81. В катушке возникает ЭДС самоиндукции 13 В при равномерном увеличении тока от 0 до 5 А за время 2,5 с. Чему равна индуктивность катушки? (**Отв.:** 6,5 Гн).

10.82. Определите ЭДС самоиндукции, возбуждаемую в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,8 Гн при равномерном изменении силы тока на 1 А в течение 0,2 с. (**Отв.:** 4 В).

10.83. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью $0,4 \text{ Гн}$ при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за $0,02 \text{ с}$? (**Отв.:** 100 В).

10.84. В катушке индуктивностью $0,15 \text{ Гн}$ сила тока равна 8 А . Найти ЭДС самоиндукции, которая возбуждается в этой катушке при равномерном убывании силы тока до нуля за время $0,03 \text{ с}$. (**Отв.:** 40 В).

10.85. За какое время в обмотке электромагнита с индуктивностью $0,4 \text{ Гн}$ возбуждается ЭДС самоиндукции в 100 В при равномерном изменении силы тока на 5 А ? (**Отв.:** $0,02 \text{ с}$).

10.86. В катушке возникает ЭДС самоиндукции 12 В при равномерном увеличении тока от 0 до 4 А за $0,2 \text{ с}$. Чему равна индуктивность катушки? (**Отв.:** $0,6 \text{ Гн}$).

10.87. Найдите индуктивность катушки, в которой при равномерном убывании силы тока от 2 А до 1 А в течение $0,2 \text{ с}$ возбуждается ЭДС самоиндукции 25 мВ . (**Отв.:** 5 мГн).

10.88. Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение $0,25 \text{ с}$ возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ . (**Отв.:** $2,5 \text{ мГн}$).

10.89.* При скорости изменения силы тока равной 5 А/с в катушке возбуждается ЭДС самоиндукции 25 В . Какой величины ЭДС самоиндукции возбуждается в этой же катушке при скорости изменения силы тока в ней равной 8 А/с ? (**Отв.:** 40 В).

10.90.* В некоторой катушке возбуждается ЭДС самоиндукции 21 В , если скорость изменения тока в ней равна 7 А/с . Чему равна скорость изменения силы тока в той же катушке, если в ней возбуждается ЭДС самоиндукции 30 В ? (**Отв.:** 10 А/с)/

10.91.* Если сила тока, протекаемого по катушке, изменяется со скоростью 36 А/с , в ней возбуждается ЭДС 18 В . Чему равна

Колебания и волны

ЭДС самоиндукции, которая возбуждается в этой катушке, при скорости изменения силы тока в ней равной 54 А/с? (Отв.: 27 В).

10.92.* Через соленоид из 100 витков, площадь поперечного сечения которого 10 см^2 , проходит ток 0,5 А. Индукция однородного магнитного поля соленоида равна 2 мТл. Определить индуктивность соленоида. (Отв.: 0,4 мГн).

10.93.* Поток магнитной индукции через площадь поперечного сечения катушки, имеющей $N = 1000$ витков, изменился на $\Delta\Phi = 0,002 \text{ Вб}$ в результате изменения силы тока в катушке с $I_1 = 4 \text{ А}$ до $I_2 = 20 \text{ А}$. Определить индуктивность катушки. (Отв.: 0,125 Гн).

10.94.* Через катушку с железным сердечником сечением 20 см^2 , содержащей 1000 витков, проходит ток 0,1 А. Индукция поля катушки равна 1 мТл. Вычислить индуктивность катушки. (Отв.: 0,02 Гн).

10.95.** Катушка с железным сердечником сечением 20 см^2 , содержащей 1000 витков имеет индуктивность 0,2 мГн. Какой должна быть сила тока, чтобы индукция поля в сердечнике была 1 мТл? (Отв.: 10 А).

Глава 11. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

11.1. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,7 \cos 2\pi t$ (м). Определить период колебаний. (Отв.: 1 с).

11.2. Длина математического маятника равна 0,4 м. За какое время он совершает одно полное колебание. Считать $\pi = 3,14$, а ускорение свободного падения равным 10 м/с^2 . (Отв.: 1,256 с).

11.3. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 2\cos 2\pi t$ (м). Определите отклонение тела от положения равновесия через 1 с после начала движения. (**Отв.:** 2 м).

11.4. Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,02\sin(\pi t + \pi/4)$ (м). Через какое время после начала колебаний фаза колебаний достигнет значения $\pi/2$? (**Отв.:** 0,25 с).

11.5. Математический маятник совершает 20 полных колебаний за 1 мин. Чему равен период колебаний маятника? (**Отв.:** 3 с).

11.6. Чему равен период колебаний тела, совершившего 40 полных колебаний за 1 мин? (**Отв.:** 1,5 с).

11.7. Тело совершает 150 полных колебаний за 2 мин. Чему равна частота колебаний? (**Отв.:** 1,25 Гц).

11.8. Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,04\cos(\omega t + \pi/3)$ (м). Определить смещение точки от положения равновесия в начальный момент времени. (**Отв.:** 0,02 м).

11.9. Математический маятник совершает одно полное колебание за 0,4 с. Чему равна частота колебаний маятника? (**Отв.:** 2,5 Гц).

11.10. Период колебаний математического маятника равен (π) с. Определить длину маятника, если ускорение свободного падения равно $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 2,45 м).

11.11. Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,18\cos(2,5t + 0,5)$ (м). Найти фазу колебания в момент $t = 1$ с. (**Отв.:** 3 рад).

11.12. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 2\cos 60\pi t$ (м). Чему равна частота колебаний тела? (**Отв.:** 30 Гц).

11.13. Материальная точка совершает гармонические колебания вдоль прямой линии с амплитудой 0,3 м. Какой путь проходит материальная точка за период? (**Отв.:** 1,2 м).

11.14. Определите отношение длин математических маятников, отношение периодов которых равно 2. (**Отв.:** 4).

11.15. Период колебаний тела равен 4 с. За какое время это тело проходит путь от среднего положения до крайнего? (**Отв.:** 1 с).

11.16. Математический маятник совершает колебания с периодом 5 с. За какое время маятник проходит путь от положения равновесия до положения, в котором его отклонение максимальное? (**Отв.:** 1,25 с).

11.17. Период колебаний математического маятника в 1,2 раза больше, чем период колебаний второго маятника. Найти отношение длин первого и второго маятников. (**Отв.:** 1,44).

11.18. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos 8\pi t$ (м). За какое время совершается одно полное колебание? (**Отв.:** 0,25 с).

11.19. Математический маятник переходит из положения, в котором его отклонение максимально, в положение равновесия за 0,75 с. Чему равен период колебаний? (**Отв.:** 3 с).

11.20. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,4 \cos 5\pi t$ (м). Чему равна амплитуда колебаний? (**Отв.:** 0,4 м).

11.21. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \cos 2\pi t$ (м). Чему равна амплитуда колебаний? (**Отв.:** 0,2 м).

11.22. Дано уравнение колебательного движения $x = 0,3 \sin 1,57t$ (м). Найти период колебаний. Принять $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 4 с).

11.23. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = A \sin 0,5\pi t$ (м). Чему равен период колебаний? (**Отв.:** 4 с).

11.24.* Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,06 \sin(\pi t/3 - \pi/6)$ (м). Через какое время после начала колебаний смещение точки от положения равновесия первый раз составит 0,03 м? (**Отв.:** 1 с).

11.25.* Во сколько раз надо увеличить длину математического маятника, чтобы его период колебаний увеличился в 2 раза? (**Отв.:** 4).

11.26.* Математический маятник совершает колебания с частотой 3 Гц. С какой частотой будет колебаться маятник, если его длину увеличить в 9 раз? (**Отв.:** 1 Гц).

11.27.* Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,6 \sin \omega t$ (м) и через 0,3 с после начала движения она отклонилась от положения равновесия на 0,3 м. Чему равен период колебаний? (**Отв.:** 3,6 с).

11.28.* За период колебаний материальная точка, совершающая гармонические колебания, проходит путь 1,2 м. Определить амплитуду колебаний. (**Отв.:** 0,3 м).

11.29.* Тело совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos \omega t$ (м) и через 1 с после начала колебаний фаза достигла величины $\pi/2$. Чему равен период колебаний? (**Отв.:** 4 с).

11.30.* Математический маятник длиной 0,81 м совершает 50 полных колебаний за 90 с. Определить ускорение силы тяжести. Принять $\pi = 3,14$. Результат записать с точностью до сотых. (**Отв.:** 9,86 м/с²).

11.31.* Математический маятник длиной 0,25 м совершает за определенное время 70 полных колебаний. Другой маятник за это же время совершает 35 полных колебаний. Найти его длину. (Отв.: 1 м).

11.32.* Тело массой 0,04 кг, подвешенное на пружине с жесткостью 400 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 0,05 м. Найти максимальную скорость тела. (Отв.: 5 м/с).

11.33.* Математический маятник совершает гармонические колебания с периодом 0,3 с. Найти период колебаний маятника после увеличения его длины в 4 раза. (Отв.: 0,6 с).

11.34.* Математический маятник длиной $l = 0,392$ м совершает колебания по закону $x = 0,02 \cos(\omega t + 0,5)$ (м). Определить разность фаз, соответствующих моментам времени $t_2 = 5$ с и $t_1 = 4$ с. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 5 рад).

11.35.* Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,05 \sin(\pi t/2 - \pi/2)$ (м). Через какое время после начала движения точка пройдет второй раз через положение равновесия? (Отв.: 3 с).

11.36.* Математический маятник совершает колебания по закону $x = 0,02 \cos(5t + \pi/15)$ (м). Считая ускорение свободного падения равным $9,8 \text{ м/с}^2$, определить длину математического маятника. (Отв.: 0,392 м).

11.37.* Математический маятник совершает колебания периодом 0,25 с. Определить период колебаний этого маятника на планете радиусом равным двум радиусам Земли и массой равной массе Земли. (Отв.: 0,5 с).

11.38.* Математический маятник был поднят на высоту, равную половине радиуса Земли. Во сколько раз увеличился его период колебаний? (**Отв.:** 1,5).

11.39.* Чему равно отношение длин двух математических маятников, если отношение их периодов равно 1,5? (**Отв.:** 2,25).

11.40.* Математический маятник совершает колебания по закону $x = 0,02 \cos(\omega t + \pi/12)$ (м). Период колебаний $T = 2$ с. Определить смещение маятника от положения равновесия в момент времени $t = (1/12)$ с. (**Отв.:** 0,01 м).

11.41.* Математический маятник колеблется с частотой $\nu = (2/\pi)$ Гц. Определить длину маятника, если ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . (**Отв.:** 0,625 м).

11.42.* За три минуты математический маятник совершил 90 колебаний. На сколько увеличили длину маятника, если за то же время он совершил только 45 колебаний. Принять $\pi^2 = 10$ и $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 3 м).

11.43.* Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,6 \cos(\pi t/12)$ (м). Определить наименьший промежуток времени от начала колебаний, спустя который смещение точки от положения равновесия равно половине амплитуды колебаний. (**Отв.:** 4 с).

11.44.** Период колебаний математического маятника равен 1 с. На сколько увеличится период колебаний, если поднять маятник на высоту, равную половине радиуса Земли? (**Отв.:** 0,5 с).

11.45.* Математический маятник длиной $l = 2,45$ м совершает колебания по закону $x = 0,02 \cos \omega t$ (м). Определить фазу колебаний в момент времени $t = 5$ с. Ускорение силы тяжести принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 10 рад).

11.46.* Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \sin \omega t$ (м). Период колебаний равен 10 с. Определить отклонение тела от положения равновесия через 5 с после начала движения. (Отв.: 0).

11.47.* За одно и то же время один математический маятник совершает 40 колебаний, а второй – 20. Найти длину второго маятника, если длина первого равна 0,25 м. (Отв.: 1 м).

11.48.* Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,05 \sin(\pi t/2 - \pi/5)$ (м). Через какое время после начала колебаний точка пройдет первый раз через положение равновесия? (Отв.: 0,4 с).

11.49.* Через сколько времени после начала движения точка, совершающая гармонические колебания, при которых смещение точки изменяется по синусоидальному закону, сместиться от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний равен 24 с, а начальная фаза равна 0. (Отв.: 2 с).

11.50.** С каким ускорением движется вертикально вверх ракета, если маятник в ней колеблется с периодом 2,5 с. В покоящейся ракете период колебаний маятника 2 с. Изменением ускорения свободного падения с высотой пренебречь и считать его равным 10 м/с^2 . (Отв.: $-3,6 \text{ м/с}^2$).

11.51.** Известно, что маятниковые часы за сутки отстают на $\Delta t = 432$ с. На сколько процентов длина маятника этих часов больше длины маятника правильно идущих часов? (Отв.: 1,0025 %).

11.52.** На сколько отстанут маятниковые часы за сутки, если их поднять на высоту $h = 0,01R$ над поверхностью Земли? R - радиус Земли. (Отв.: 864 с).

11.53.** Известно, что маятниковые часы спешат за сутки на $\Delta t = 54$ с. На какой высоте над поверхностью Земли часы будут идти правильно. Радиус Земли принять равным 6396 км. (**Отв.:** 4 км).

11.54.** Период колебаний математического маятника, висящего в неподвижном лифте равен T , а в опускающемся – T_1 . С каким ускорением опускается лифт, если $T/T_1 = 0,9$. Принять $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 1,9 м/с²).

11.55.** Период колебаний математического маятника, висящего в неподвижном лифте равен T , а в поднимающемся – T_1 . С каким ускорением поднимается лифт, если $T/T_1 = 1,1$. Принять $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 2,1 м/с²).

11.56.** При какой скорости v поезда маятник длиной $l = 0,392$ м, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если расстояние между стыками рельсов равно 25,12 м? $\pi = 3,14$, $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 20 м/с).

11.57. Какой должна быть индуктивность катушки в колебательном контуре, чтобы в нем совершались электромагнитные колебания с периодом $12,56 \cdot 10^{-6}$ с, если емкость конденсатора равна $4 \cdot 10^{-7}$ Ф. Считать $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 10 мкГн).

11.58. В колебательном контуре с индуктивностью $0,3 \cdot 10^{-6}$ Гн совершаются электромагнитные колебания с периодом $1,2 \cdot 10^{-5}$ с. Определить емкость конденсатора. Считать $\pi^2 = 10$. (**Отв.:** 12 мкФ).

11.59. В колебательном контуре с индуктивностью $2 \cdot 10^{-6}$ Гн совершаются электромагнитные колебания с периодом $3,14 \cdot 10^{-6}$ с. Определить емкость конденсатора. Считать $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 0,125 мкФ).

11.60. Время, за которое совершается одно полное колебание в колебательном контуре, равно $3 \cdot 10^{-5}$ с. Чему равна емкость

Колебания и волны

конденсатора в этом контуре, если индуктивность катушки равна $1,5 \cdot 10^{-5}$ Гн? Считать $\pi^2 = 10$. (Отв.: 1,5 мкФ).

11.61. За какое время совершается полное колебание в колебательном контуре с индуктивностью $4 \cdot 10^{-5}$ Гн и емкостью $16 \cdot 10^{-7}$ Ф. Считать $\pi = 3$. (Отв.: 48 мкс).

11.62.* Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 1$ мкГн и конденсатора. Заряд на обкладках конденсатора меняется по закону $q = 0,08 \cos(10^6 t + \pi/4)$ (мкКл). Определить емкость конденсатора. (Отв.: 1 мкФ).

11.63.* Во сколько раз увеличится частота электромагнитных колебаний в контуре, если конденсатор заменить другим, электроемкость которого в 9 раз меньше чем у прежнего конденсатора? (Отв.: 3).

11.64.* На какую длину волны рассчитан приемный контур, состоящий из катушки с индуктивностью $5 \cdot 10^{-5}$ Гн и конденсатора емкостью $5 \cdot 10^{-11}$ Ф? Скорость электромагнитной волны равна $3 \cdot 10^8$ м/с. Принять $\pi = 3,14$. (Отв.: 94,2 м).

11.65.* Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличится в 14 раз, а расстояние между пластинами его конденсатора увеличится в 3,5 раза? (Отв.: 2).

11.66.* Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского воздушного конденсатора. Во сколько раз увеличится период электромагнитных колебаний в этом контуре при заполнении пространства между пластинами конденсатора водой? Диэлектрическая проницаемость воды равна 81. (Отв.: 9).

11.67.* При замене конденсатора в колебательном контуре частота электромагнитных колебаний в нем увеличилась в 2

раза. Во сколько раз емкость второго конденсатора меньше емкости первого? (Отв.: 4).

11.68.* Колебательный контур состоит из катушки и плоского воздушного конденсатора. Во сколько раз увеличится период собственных колебаний при уменьшении расстояния между пластинами конденсатора в 16 раз? (Отв.: 4).

11.69.* Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если пространство между пластинами его плоского воздушного конденсатора заполнили стеклом ($\epsilon = 1,6$), а индуктивность катушки увеличили в 10 раз? (Отв.: 4).

11.70.* Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличится в 12 раз, а емкость уменьшится в 1,92 раза? (Отв.: 2,5).

11.71.* Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского воздушного конденсатора. При расстоянии между пластинами конденсатора равном 1,2 мм период электромагнитных колебаний в контуре равен 0,9 нс. Найти период электромагнитных колебаний в этом контуре при расстоянии между пластинами конденсатора равном 10,8 мм. (Отв.: 0,3 нс).

11.72.** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 1$ мкФ и катушки. Заряд на обкладках конденсатора изменяется по закону $q = 0,05 \cos(10^6 t + \pi/4)$ (мкКл). Определить индуктивность катушки. (Отв.: 1 мкГн).

11.73.** Катушка, индуктивность которой $L = 5 \cdot 10^{-6}$ Гн присоединена к конденсатору с площадью пластин $S = 100$ см² и расстоянием между ними $d = 3,54$ мм. Чему равна диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство

Колебания и волны

между пластинами, если контур резонирует на волну с длиной 30 м? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $\pi^2 = 10$, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 2).

11.74.** Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью $L = 5$ мкГн и конденсатора емкостью $C = 12960$ пФ равно 1,2 В. Сопротивление ничтожно мало. Определить действующее значение силы тока в контуре. (Отв.: 43,2 мА).

11.75.* Тепловой вольтметр, включенный в сеть переменного тока, показывает $U = 220$ В. Найти максимальное значение напряжения в сети. Считать $\sqrt{2} = 1,4$. (Отв.: 308 В).

11.76. Найти частоту колебаний, если длина волны равна 1,5 м, а скорость распространения волны 450 м/с. (Отв.: 300 Гц).

11.77. Какой путь пройдет за 1 с волна длиной 1 м, если генератор, испускающий эти волны, работает на частоте $\nu = 3 \cdot 10^4$ Гц? (Отв.: 30 км).

11.78. Определить длину звуковой волны в воде, вызываемой источником колебаний с частотой 725 Гц, если скорость звука в воде равна 1450 м/с. (Отв.: 2 м).

11.79. Расстояние между ближайшими точками, колеблющимися в одинаковых фазах, равно 80 м. Найти период колебаний, если скорость распространения волны равна 320 м/с. (Отв.: 0,25 с).

11.80. Расстояние между соседними точками, колеблющимися в одинаковых фазах, равно 2,2 м. Чему равна частота колебаний, если скорость распространения волн равна 330 м/с? (Отв.: 150 Гц).

11.81. Скорость звука в воде равна 1450 м/с. На каком расстоянии находятся ближайшие точки, совершающие колебания в противоположных фазах, если частота колебаний равна 25 Гц? (Отв.: 29 м).

11.82. Лодка качается на морских волнах с периодом 2,5 с. Определить длину волны, если морская волна движется со скоростью 4 м/с. (**Отв.:** 10 м).

11.83. Какова длина волны электромагнитных колебаний, распространяющихся со скоростью $3 \cdot 10^8$ м/с, если частота колебаний равна 10^6 Гц? (**Отв.:** 300 м).

11.84. Найти длину волны звуковых волн частотой 266,24 Гц в воздухе. Скорость звука принять равной 332,8 м/с. (**Отв.:** 1,25 м).

11.85.* Во сколько раз период звуковых колебаний с частотой 250 Гц больше периода электромагнитных колебаний в электромагнитной волне с длиной волны 30 м? Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме принять равной $3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** $4 \cdot 10^4$).

11.86.** Заряд на обкладках конденсатора в колебательном контуре меняется по закону $q = 0,05 \cos(10^6 \pi t + \pi/3)$ (мкКл). Определить длину волны, на которой резонирует контур. Скорость света в вакууме принять равной $3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 600 м).

11.87.* Стоя на берегу моря ученик увидел, что минимальное расстояние между гребнями двух волн равно 6 м. За 50 с перед наблюдателем прошел 21 гребень. Найти скорость распространения морских волн. (**Отв.:** 2,4 м/с).

11.88.* Открытый колебательный контур обладает индуктивностью $L = 2 \cdot 10^{-5}$ Гн и емкостью $C = 8 \cdot 10^{-11}$ Ф. Какую длину волны может излучать контур? Скорость электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, $\pi = 3,14$. (**Отв.:** 75,36 м).

11.89.** Из двух маятников один совершил 10 колебаний, другой за то же время 6 колебаний. Найти длину второго маятника, если разница между длинами маятников равна 20 см. (**Отв.:** 31,25 см).

Глава 12. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА. СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

12.1. Определить показатель преломления света среды, в которой свет распространяется со скоростью 187500 км/с. Скорость света в вакууме принять равной 300000 км/с. (**Отв.:** 1,6).

12.2. С какой скоростью свет распространяется в среде с абсолютным показателем преломления 1,5? Скорость света в вакууме считать равной 300000 км/с. (**Отв.:** $2 \cdot 10^5$ км/с).

12.3. Найти показатель преломления стекла, если при угле падения 45° угол преломления равен 30° . Первая среда воздух. Принять $\sin 45^\circ \approx 0,7$. (**Отв.:** 1,4)

12.4.* Телеграфный столб, освещенный солнцем, отбрасывает тень длиной 6,9 м, а вертикально стоящий шест высотой 1 м – длиной 1,15 м. Какова высота телеграфного столба? (**Отв.:** 6 м).

12.5. На сколько градусов увеличится угол между лучом, падающим на плоское зеркало и отраженным лучом, если угол падения увеличится на $3,5^\circ$? (**Р.:** 7°).

12.6. Определить показатель преломления среды, если при падении на нее света из воздуха под углом 54° к нормали, угол преломления равен 30° . Принять $\sin 54^\circ \approx 0,8$. (**Отв.:** 1,6).

12.7. Расстояние от предмета до его изображения в плоском зеркале равно 1,8 м. Найти расстояние от предмета до зеркала. (**Отв.:** 0,9 м).

12.8. Предмет находится на расстоянии 0,5 м от плоского зеркала. Найти расстояние от предмета до его изображения в этом зеркале. (**Отв.:** 1 м).

12.9. Два плоских зеркала поставлены под прямым углом друг к другу. В плоскости, делящей двугранный угол между зеркалами пополам, на расстоянии 11,5 см от ребра двугранного угла помещен точечный источник света S . Найти расстояние между мнимыми изображениями источника света, полученными в каждом зеркале в отдельности (см. *рис. 12.1*). (**Отв.:** 23 см).

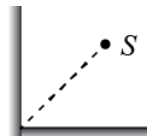


Fig. 12.1

12.10.* Два плоских зеркала поставлены под прямым углом друг к другу. Источник света S помещен в плоскости, делящей пополам двугранный угол между зеркалами. Найти расстояние от источника света до ребра двугранного угла, если расстояние между его мнимыми изображениями, полученными в каждом зеркале в отдельности, равно 30 см. (см. *рис. 12.1*). (**Отв.:** 15 см).

12.11. Предельный угол полного внутреннего отражения некоторой прозрачной среды на границе с воздухом равен 53° . Найти показатель преломления среды. Принять $\sin 53^\circ \approx 0,8$. (**Отв.:** 1,25).

12.12.* Угол падения луча света на поверхность некоторой прозрачной среды равен 60° . Найти показатель преломления среды, если угол преломления для данного луча равен 30° . Принять $\sqrt{3} \approx 1,7$. (**Отв.:** 1,7).

12.13.* Плоское зеркало поворачивается на угол 27° . На какой угол повернется отраженный от зеркала луч? (**Отв.:** 54°).

12.14.* Угол падения луча света из воздуха на некоторую среду равен 60° , а угол между отраженным и преломленным лучами равен 90° . Найти показатель преломления этой среды, принимая $\sqrt{3} \approx 1,7$. (**Отв.:** 1,7).

12.15.* Человек приближается к плоскому зеркалу со скоростью 3 м/с, направленной перпендикулярно к зеркалу. С какой скоростью приближается человек к своему изображению в этом зеркале? (**Отв.:** 6 м/с).

12.16.* Плоское зеркало удаляется от источника света со скоростью 3 м/с по направлению вдоль перпендикуляра, опущенного из источника света на зеркало. С какой скоростью удаляется изображение источника света в зеркале относительно самого источника? (**Отв.:** 6 м/с).

12.17.* Предельный угол полного внутреннего отражения некоторой среды на границе с воздухом равен 39° . Определить скорость света в этой среде. Считать $\sin 39^\circ = 0,625$, а скорость света в вакууме равной $3 \cdot 10^5$ км/с. (**Отв.:** $187,5 \cdot 10^3$ км/с).

12.18.** Луч света падает на стеклянную пластинку толщиной 3 см под углом 60° . Определить длину пути луча в пластинке. Считать, что пластинка находится в воздухе и что ее показатель преломления равен 1,5. $\sqrt{6} \approx 2,45$. (**Отв.:** 3,675 см).

12.19.* Цилиндрический сосуд высотой 201 см наполнен жидкостью. При рассмотрении дна сосуда по вертикали высота сосуда кажется равной 150 см. Чему равен показатель преломления жидкости? (**Отв.:** 1,34).

12.20.** На дне водоема глубиной $h = \sqrt{7}$ м находится точечный источник света. На поверхности воды плавает тонкий деревянный диск так, что его центр находится над источником. При каком минимальном радиусе диска лучи от источника не будут выходить из воды? Показатель преломления воды $n = 4/3$. (**Отв.:** 3 м).

12.21. Расстояние от предмета до собирающей линзы равно 5 см, от линзы до действительного изображения равно 20 см. Найти фокусное расстояние линзы. (**Отв.:** 4 см).

12.22. На расстоянии 25 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см находится предмет. На каком расстоянии от предмета находится экран, на котором получается четкое изображение предмета? (**Отв.:** 62,5 см).

12.23. Фокусное расстояние собирающей линзы равно 0,25 м. Каким должно быть расстояние между предметом и линзой, чтобы его четкое изображение получилось на расстоянии 0,5 м от линзы? (**Отв.:** 0,5 м).

12.24. Предмет помещен на расстоянии 15 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см. Определить расстояние от изображения предмета до линзы. (**Отв.:** 60 см).

12.25. Расстояние от собирающей линзы до экрана, на котором получено четкое изображение предмета равно 0,9 м, а расстояние от предмета до экрана равно 1,5 м. Найти фокусное расстояние линзы. (**Отв.:** 0,36 м).

12.26. Светящаяся точка находится на расстоянии $d = 4F$ от собирающей линзы, главное фокусное расстояние которой $F = 15$ см. Вычислить расстояние от изображения до предмета. (**Отв.:** 80 см).

12.27. Светящаяся точка находится на расстоянии $d = 3F$ от собирающей линзы, главное фокусное расстояние которой $F = 10$ см. Вычислить расстояние от изображения до линзы. (**Отв.:** 15 см).

12.28. Расстояние от предмета до собирающей линзы равно 0,5 м, а расстояние от предмета до его четкого действительного

Геометрическая оптика. Световые волны

изображения равно 1 м. Найти фокусное расстояние линзы. (Отв.: 0,25 м).

12.29. Фокусное расстояние собирающей линзы равно 0,24 м. Каким должно быть расстояние между предметом и линзой, чтобы его резкое действительное изображение получилось на расстоянии 0,6 м от линзы? (Отв.: 0,4 м).

12.30. Действительное изображение предмета, находящегося на расстоянии 10 см от собирающей линзы, получилось увеличенным в 1,5 раза. Чему равно расстояние от линзы до изображения? (Отв.: 15 см).

12.31. Расстояние от предмета до переднего фокуса линзы равно 0,05 м. На каком расстоянии от линзы расположено его действительное изображение, если фокусное расстояние линзы равно 0,2 м? (Отв.: 1 м).

12.32. Перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 16 см помещен предмет на расстояние 12 см от нее. Найти модуль расстояния от линзы до изображения предмета. (Отв.: 48 см).

12.33. Предмет находится на расстоянии 8 см от тонкой собирающей линзы. Расстояние между мнимым изображением предмета и линзой, равно 24 см. Найти фокусное расстояние линзы. (Отв.: 12 см).

12.34. Перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 0,1 м находится предмет, мнимое изображение которого получается на расстоянии 0,4 м от линзы. Найти расстояние между предметом и линзой. (Отв.: 0,08 м).

12.35. Расстояние между предметом и собирающей линзой равно 0,08 м. Каково фокусное расстояние линзы, если его мнимое изображение получается на расстоянии 0,24 м от линзы? (Отв.: 0,12 м).

12.36. На главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 7 см находится светящаяся точка, расстояние между точкой и линзой равно 14 см. Найти расстояние от линзы до экрана, на котором получено четкое изображение светящейся точки. (**Отв.:** 14 см).

12.37. Расстояние от светящейся точки до собирающей линзы, на главной оптической оси которой эта точка находится, равно 15 см, а расстояние от светящейся точки до экрана, на котором получено четкое изображение светящейся точки в этой линзе, равно 45 см. Найти фокусное расстояние линзы. (**Отв.:** 10 см).

12.38. Расстояние между предметом и экраном, на котором получено четкое изображение этого предмета в собирающей линзе, равно 2,1 м. Определить расстояние между предметом и линзой, если размеры изображения в 6 раз больше размеров предмета. (**Отв.:** 0,3 м).

12.39.* Изображение предмета высотой 10 см, помещенного на расстоянии 40 см от линзы, получилось на расстоянии 24 см от нее. Определить высоту изображения. (**Отв.:** 6 см).

12.40.* На экране, находящемся на расстоянии 18 см от собирающей линзы, получено четкое изображение предмета, увеличенное в 3 раза. Найти расстояние от предмета до линзы. (**Отв.:** 6 см).

12.41.* Предмет находится на расстоянии 15 см от тонкой собирающей линзы. На каком расстоянии от линзы следует поместить экран, чтобы на нем получить изображение предмета, увеличенное в 1,6 раза? (**Отв.:** 24 см).

12.42.* Высота изображения предмета в рассеивающей линзе в 4 раза меньше высоты самого предмета. Определить

Геометрическая оптика. Световые волны

абсолютное значение фокусного расстояния этой линзы, если расстояние от предмета до линзы равно 15 см. (**Отв.:** 5 см).

12.43.* Предмет высотой 0,08 м расположен в фокальной плоскости рассеивающей линзы. Определить высоту изображения. (**Отв.:** 4 см).

12.44.* При съемке автомобиля длиной 4 м пленка располагалась на расстоянии 60 мм от объектива. С какого расстояния снимали автомобиль, если длина его негативного изображения 32 мм? (**Отв.:** 7,5 м).

12.45. Предмет находится на расстоянии 4 см от переднего фокуса собирающей линзы, а изображение получается на расстоянии 16 см от заднего фокуса. Определить фокусное расстояние линзы. (**Отв.:** 8 см).

12.46. Предмет находится на расстоянии 15 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 25 см. Найти модуль расстояния от линзы до изображения. (**Отв.:** 37,5 см).

12.47.* Расстояние между предметом и собирающей линзой равно 17 см, а между предметом и его действительным изображением равно 42,5 см. Определить увеличение, данное линзой в этом случае. (**Отв.:** 1,5).

12.48. Предмет находится на расстоянии 15 см от собирающей линзы. Его изображение в линзе получилось по ту сторону линзы, в которой находится предмет, на расстоянии 40 см от линзы. Определить фокусное расстояние линзы. (**Отв.:** 24 см).

12.49.* Расстояние от светящейся точки до собирающей линзы, на главной оптической оси которой эта точка находится, равно 12 см, а расстояние от светящейся точки до экрана, на котором получено четкое изображение светящейся точки в этой

линзе, равно 36 см. Определить фокусное расстояние линзы. (Отв.: 8 см).

12.50.* Во сколько раз действительное изображение предмета, полученное на расстоянии $5F/4$ от собирающей линзы, меньше самого предмета? F – фокусное расстояние линзы. (Отв.: 4).

12.51. Изображение предмета в тонкой рассеивающей линзе с фокусным расстоянием 18 см получилось на расстоянии 12 см от линзы. Найти расстояние между предметом и линзой. (Отв.: 36 см).

12.52. Предмет находится на расстоянии 12 см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием равным 14 см. Найти расстояние между линзой и мнимым изображением предмета. (Отв.: 84 см).

12.53.* Расстояние между предметом и собирающей линзой равно 35 см, а расстояние между предметом и его действительным изображением, полученном в этой линзе, равно 100 см. Найти фокусное расстояние линзы. (Отв.: 22,75 см).

12.54.* Расстояние от предмета до экрана равно 2 м. На каком расстоянии от предмета следует расположить линзу, чтобы получить его изображение, увеличенное в 3 раза? (Отв.: 0,5 м).

12.55. Предмет находится на расстоянии 8 см от тонкой собирающей линзы, а мнимое изображение предмета на 12 см от линзы. Найти фокусное расстояние этой линзы. (Отв.: 24 см).

12.56.* Расстояние между предметом и экраном, на котором собирающая линза дает четкое изображение предмета, увеличенное в 2 раза, равно 6 м. Найти расстояние между предметом и линзой. (Отв.: 2 м).

12.57.* Расстояние от предмета до собирающей линзы в 6 раз больше фокусного расстояния линзы. Во сколько раз изображение предмета меньше самого предмета? (**Отв.:** 5).

12.58.* Предмет находится на расстоянии 16 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см. Определите увеличение, даваемое линзой в этом случае. (**Отв.:** 3).

12.59.* На каком расстоянии от собирающей линзы нужно поставить предмет, чтобы получить изображение в 0,4 натуральной величины, если фокусное расстояние линзы равно 10 см? (**Отв.:** 35 см).

12.60.* Какое увеличение диапозитива дает объектив проекционного аппарата с фокусным расстоянием равным 0,2 м, если экран удален от объектива на расстояние 4 м? (**Отв.:** 19).

12.61.* Предмет высотой 3 см расположен на расстоянии 5 см от фокуса собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см. Определить высоту действительного изображения. (**Отв.:** 9 см).

12.62.* Расстояние от предмета высотой 2 см до фокуса собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см равно 3 см. Найти высоту мнимого изображения. (**Отв.:** 10 см).

12.63.* Фотоаппарат имеет линзу с фокусным расстоянием $F = 13,5$ см. Длина камеры аппарата $L = 15$ см. При фотосъемке высота изображения оказалась равной $h = 2$ см. Определить высоту предмета. (**Отв.:** 0,18 м).

12.64.* На каком расстоянии от собирающей линзы надо поместить предмет высотой 4 см, чтобы получить изображение размером 12 см? Фокусное расстояние линзы равно 18 см. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси. (**Отв.:** 24 см).

12.65.* Предмет помещен на расстоянии $4F$ от линзы. Во сколько раз изображение его на экране меньше самого предмета? F – фокусное расстояние собирающей линзы. (Отв.: 3).

12.66.* Фокусное расстояние собирающей линзы равно 15 см. На каком расстоянии от линзы следует расположить предмет, чтобы получить его действительное изображение, увеличенное в 3 раза. (Отв.: 20 см).

12.67.* На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,3 м следует поставить экран, чтобы изображение предмета, полученное при помощи этой линзы, было в 15 раз больше самого предмета? (Отв.: 4,8 м).

12.68.* Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Какой оптической силы надо взять линзу, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз? (Отв.: 2,4 дптр).

12.69.* Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. На каком расстоянии от экрана следует расположить линзу, чтобы получить на нем изображение предмета, увеличенное в 5 раз? (Отв.: 2,5 м).

12.70.* Предмет находится перед рассеивающей линзой на расстоянии $1,5F$. Во сколько раз мнимое изображение будет меньше самого предмета? F – фокусное расстояние линзы. (Отв.: 2,5).

12.71.* Мнимое изображение находится перед рассеивающей линзой на расстоянии $2F/3$. Во сколько раз оно меньше самого предмета? F – фокусное расстояние линзы. (Отв.: 3).

12.72.* На каком расстоянии перед собирающей линзой с оптической силой 5 дптр находится предмет, если его действительное изображение получается в 4 раза больше самого предмета? (Отв.: 0,25 м).

Геометрическая оптика. Световые волны

12.73.** Светящаяся точка находится на расстоянии $d = 3F$ от рассеивающей линзы, главное фокусное расстояние которой $F = 16$ см. Вычислите расстояние от изображения до предмета. (Отв.: 36 см).

12.74.** Расстояние от предмета до экрана 90 см. На каком максимальном расстоянии от экрана следует расположить линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы все еще получать на экране отчетливое действительное изображение предмета? (Отв.: 60 см).

12.75.** Расстояние от экрана до предмета 90 см. На каком минимальном расстоянии от предмета следует расположить линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране его отчетливое изображение? (Отв.: 30 см).

12.76.* Фотоаппарат имеет линзу с фокусным расстоянием $F = 13,5$ см. Длина камеры аппарата $L = 13,7$ см. Найдите высоту изображения молодого человека высотой 1,62 м. (Отв.: 2,4 см).

12.77.* На расстоянии 15 см от тонкой собирающей линзы находится предмет высотой 5 см, расположенный перпендикулярно ее главной оптической оси. Высота полученного на экране изображения равна 7 см. Определите фокусное расстояние линзы. (Отв.: 8,75 см).

12.78.** Вдоль оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 12$ см расположен предмет, один конец которого находится на расстоянии $a = 18$ см от линзы, а другой на расстоянии $b = 20$ см. Определить увеличение изображения. (Отв.: 3).

12.79.* Предмет высотой 0,1 м находится на расстоянии $2F$ (F – фокусное расстояние) от собирающей линзы. Определить высоту изображения. (Отв.: 0,1 м).

12.80.* Проверяя свои очки, учащийся получил на полу комнаты действительное изображение лампы, висящей на высоте 3 м, держа очковое стекло под лампой на расстоянии 1 м от пола. Какова оптическая сила линзы? (Отв.: 1,5 дптр).

12.81.** Расстояние от освещенного предмета до экрана 100 см. Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение предмета на экране при двух положениях, расстояние между которыми 20 см. Определить фокусное расстояние линзы. (Отв.: 24 см).

12.82.** На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см необходимо поместить предмет, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим? (Отв.: 24 см).

12.83.** Предмет и экран зафиксированы неподвижно в вертикальном положении. Между ними находится собирающая линза, которая может перемещаться вдоль главной оптической оси. При одном положении линзы на экране получается изображение, уменьшенное в три раза. Чему будет равно увеличение при другом положении линзы, при котором на экране получается четкое изображение? (Отв.: 3).

12.84.** Предмет и экран зафиксированы неподвижно в вертикальном положении. Между ними находится собирающая линза, которая может перемещаться вдоль главной оптической оси. При одном положении линзы на экране получается изображение предмета с высотой $h_1 = 1,25$ см, а при другом – с высотой $h_2 = 20$ см. Найти действительную высоту предмета. (Отв.: 5 см).

12.85.** Предмет высотой $h = 6$ см и экран зафиксированы неподвижно в вертикальном положении. Между ними находится собирающая линза, при одном положении которой на экране получается уменьшенное изображение высотой $h_1 = 2$ см, а при другом увеличенное изображение высотой h_2 . Определите h_2 . (Отв.: 18 см).

12.86.** Предмет находится на расстоянии 90 см от экрана. Между предметом и экраном помещают линзу, причем при одном положении линзы на экране получается увеличенное изображение предмета, а при другом – уменьшенное. Каково фокусное расстояние линзы, если линейные размеры первого изображения в четыре раза больше размеров второго? (Отв.: 20 см).

Глава 13. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

13.1. Определить отношение длин волн двух фотонов, если отношение их энергий равно 0,8. (Отв.: 1.25).

13.2. Под действием фотона с энергией $9,6 \cdot 10^{-19}$ Дж вольфрамовая поверхность испускает электрон, работа выхода которого $7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить в электронвольтах кинетическую энергию электрона. $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 1,5 эВ).

13.3. Определить энергию фотона, под действием которого металл испускает электрон с энергией 10^{-19} Дж, если работа выхода электрона из этого металла равна половине энергии фотона. (Отв.: 1,25 эВ).

13.4. Определить длину волны красной границы фотоэффекта для меди. Считать, что работа выхода равна $A = 6,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 0,3 мкм).

13.5. Определить скорость электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием фотона с энергией в три раза превышающей работу выхода $A = 1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж. Массу электрона считать равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (**Отв.:** 800 км/с).

13.6. Определить длину волны фотона с энергией $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 0,6 мкм).

13.7. Во сколько раз следовало бы уменьшить длину волны света, чтобы кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, увеличилась бы в 2 раза? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (**Отв.:** 2).

13.8. Скорость электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием фотона, равна $2 \cdot 10^6$ м/с, а его работа выхода равна $9 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить отношение энергии фотона к работе выхода. Массу электрона считать равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (**Отв.:** 3).

13.9. Определить длину волны света, под действием которого металлическая поверхность испускает электрон с энергией $1,6 \cdot 10^{-16}$ Дж. Работой выхода электрона пренебречь. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 1,2375 нм).

13.10. Под действием фотона с энергией $8 \cdot 10^{-19}$ Дж металл испускает электрон, кинетическая энергия которого составляет четвертую часть работы выхода электрона из этого металла. Определить работу выхода. (**Отв.:** 4 эВ).

13.11. Определить длину волны фотона, энергия которого в два раза превосходит энергию фотона с длиной волны 2 нм. (**Отв.:** 1 нм).

13.12. Во сколько раз уменьшится скорость электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием фотона, если его длину волны увеличить в 9 раз? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 3).

13.13. Определить отношение длин волн красных границ фотоэффекта для цезия и алюминия, если работы выхода электронов из этих металлов соответственно равны $3 \cdot 10^{-19}$ Дж и $6 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 2).

13.14.* Определить длину волны фотона, энергия которого в 4 раза больше энергии фотона с длиной волны $\lambda = 0,1$ мкм. (Отв.: 0,025 мкм).

13.15. Отношение длин волн двух фотонов равно 2,5. Определить отношение их энергий. (Отв.: 0,4).

13.16.* Определить работу выхода электрона из натрия, если красная граница фотоэффекта для этого металла равна 0,66 мкм. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 1,875 эВ).

13.17. Вычислить энергию фотона с длиной волны 0,33 мкм. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, а постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. (Отв.: 3,75 эВ).

13.18.* Определить кинетическую энергию фотоэлектронов, испускаемых поверхностью калия под действием ультрафиолетовых лучей с длиной волны $\lambda = 0,15$ мкм. Работа выхода электронов из калия $A = 3,44 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 6,1 эВ).

13.19. Определить работу выхода электрона из металла, если известно, что фотон под действием которого испускается

электрон с энергией $E = 0,8 \cdot 10^{-19}$ Дж обладает энергией $5E$. (Отв.: 2 эВ).

13.20.* Во сколько раз следовало бы увеличить длину волны света, чтобы скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, уменьшилась в 3 раза. Работой выхода электрона пренебречь. (Отв.: 9).

13.21. Во сколько раз возрастет кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его длина волны уменьшилась в 2 раза? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 2).

13.22. Во сколько раз уменьшится кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его длина волны увеличится в 5 раз? Работой выхода электрона пренебречь. (Отв.: 5).

13.23.* Определить отношение скоростей двух электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием двух фотонов, если отношение частот фотонов равно 0,25. Работой выхода пренебречь. (Отв.: 0,5).

13.24.* Во сколько раз увеличится скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его длина волны будет уменьшена в 9 раз? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 3).

13.25.* Скорость электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием фотона с энергией $3A$, где A – работа выхода электрона из металла, равна 200 км/с. Определить скорость электрона, испускаемого этой же поверхностью под действием фотона с энергией $9A$. (Отв.: 400 км/с).

13.26.* Во сколько раз следовало бы уменьшить длину волны света, для того чтобы скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, увеличилась в 4 раза? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (**Отв.:** 16).

13.27.* Во сколько раз необходимо было бы увеличить частоту света, чтобы скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, увеличилась в три раза? Работа выхода электрона из металла составляет четвертую часть энергии фотона не увеличенной частоты. (**Отв.:** 7).

13.28.* Определить отношение работы выхода электрона к его кинетической энергии, если эта энергия равна $2 \cdot 10^{-19}$ Дж, а энергия фотона, под действием которого металл испускает электрон равна 10^{-18} Дж. (**Отв.:** 4).

13.29.* Под действием фотона с длиной волны 4,4 нм металлическая поверхность испускает электрон. На сколько следовало бы увеличить длину волны фотона, чтобы скорость испускаемого электрона уменьшилась в 2 раза? Работой выхода электрона из металла пренебречь. (**Отв.:** 13,2 нм).

13.30. Во сколько раз следовало бы увеличить длину волны света, чтобы кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием уменьшилась в 4 раза? Работой выхода электрона пренебречь. (**Отв.:** 4).

13.31. Определить кинетическую энергию электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием рентгеновских лучей с длиной волны $\lambda = 10^{-10}$ м. Работой выхода пренебречь. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 12,375 кэВ).

13.32.* Под действием фотона с длиной волны 4,4 нм металлическая поверхность испускает электрон. Во сколько раз уменьшится скорость испускаемого электрона, если длина волны фотона будет увеличена на 13,2 нм. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 2).

13.33. Под действием фотона с энергией $4,5 \cdot 10^{-18}$ Дж металлическая поверхность испускает электрон. Пренебрегая работой выхода электрона из металла, определить скорость электрона. Массу электрона считать равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 10^4 км/с).

13.34.* Под действием фотона с энергией $1,12 \cdot 10^{-18}$ Дж металлическая поверхность испускает электрон, кинетическая энергия которого составляет третью часть работы выхода электрона. Определить кинетическую энергию электрона. (Отв.: 1,75 эВ).

13.35.* Под действием фотона с длиной волны 0,24 нм, металлическая поверхность испускает электрон с кинетической энергией $4,8 \cdot 10^{-16}$ Дж. На сколько будет меньше кинетическая энергия электрона, испускаемого этой же поверхностью под действием фотона с длиной волны 0,3 нм? Работой выхода электрона пренебречь. (Отв.: 600 эВ).

13.36.* Две металлические поверхности испускают электроны под действием фотонов, энергии которых отличаются на $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить разность кинетических энергий электронов, если соответствующая разность работ выхода из металла равна $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 1 эВ).

13.37.* Определить энергию фотона с частотой $\nu_1 = 1,2 \cdot 10^{15}$ Гц если энергия фотона с частотой $\nu_2 = 0,8 \cdot 10^{15}$ Гц равна $5,28 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 4,95 эВ).

13.38.* Под действием фотона с длиной волны 0,24 нм металлическая поверхность испускает электрон с кинетической

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

энергией $4,8 \cdot 10^{-16}$ Дж. На сколько надо было бы уменьшить длину волны фотона, чтобы кинетическая энергия электрона увеличилась бы на $1,6 \cdot 10^{-16}$ Дж. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 0,06 нм).

13.39.* Определить энергию фотона, под действием которого металлическая поверхность испускает электрон с энергией $0,4 \cdot 10^{-19}$ Дж, если известно, что работа выхода электрона в 6 раз больше кинетической энергии электрона. (Отв.: 1,75 эВ).

13.40. Определить отношение частот, соответствующих красным границам фотоэффекта для цезия и алюминия, если работы выхода электронов из этих металлов соответственно равны $3 \cdot 10^{-19}$ Дж и $6 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 0,5).

13.41. Определить отношение длин волн λ_1/λ_2 двух фотонов, если их энергии соответственно равны $E_1 = 4,5 \cdot 10^{-19}$ Дж и $E_2 = 3,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 0,8).

13.42. Определить отношение длин волн фотонов, под действием которых металлическая поверхность испускает электроны, отношение кинетических энергий которых равно 0,25. Работой выхода пренебречь. (Отв.: 4).

13.43.* Под действием фотона с длиной волны λ , металлическая поверхность испускает электрон с энергией $7,2 \cdot 10^{-16}$ Дж. На сколько будет больше энергия электрона, испускаемого этой поверхностью под действием фотона с длиной волны $0,5\lambda$. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 4,5 кэВ).

13.44.* Во сколько раз необходимо было бы уменьшить длину волны света, чтобы скорость электронов, испускаемых поверхностью под его действием, увеличилась вдвое? Работа выхода электрона из металла составляет 0,5 от кинетической

энергии электрона, испускаемого под действием света не увеличенной частоты. (Отв.: 3).

13.45. Определить отношение длин волн двух фотонов, под действием которых металлическая поверхность испускает два электрона, отношение скоростей которых равно 2. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 0,25).

13.46.* Скорость электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием фотона равна $8 \cdot 10^5$ м/с, а его работа выхода $A = 1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить отношение энергии фотона к работе выхода. Массу электрона считать равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 3).

13.47. Определить отношение кинетических энергий двух электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием двух фотонов, отношение длин волн которых равно 2. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 0,5).

13.48.* Под действием фотона с длиной волны 4,4 нм металлическая поверхность испускает электрон. На сколько следовало бы уменьшить длину волны света, чтобы скорость электрона увеличилась в 2 раза? Работой выхода электрона пренебречь. (Отв.: 3,3 нм).

13.49.* Определить отношение энергии фотона к кинетической энергии электрона, испускаемого металлической поверхностью под действием этого фотона, если отношение работы выхода электрона из металла к его кинетической энергии равно 4. (Отв.: 5).

13.50.* Скорости электронов, испускаемых двумя металлическими поверхностями, под действием света одной и той же частоты, равны $1,1 \cdot 10^6$ м/с и $1,3 \cdot 10^6$ м/с. Определить насколько работа выхода электрона из первого металла A_1 больше работы

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

выхода электрона из второго металла A_2 . Массу электрона считать равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 1,35 эВ).

13.51.* Под действием фотона с длиной волны 0,24 нм металлическая поверхность испускает электрон с кинетической энергией $4,8 \cdot 10^{-16}$ Дж. На сколько надо было бы увеличить длину волны фотона, чтобы кинетическая энергия электрона уменьшилась на $1,6 \cdot 10^{-16}$ Дж. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 0,12 нм).

13.52.* Под действием фотона с длиной волны 4,4 нм металлическая поверхность испускает электрон со скоростью 10^4 км/с. На сколько увеличится скорость испускаемого электрона, если длина волны фотона будет уменьшена на 3,3 нм. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 10^4 км/с).

13.53.* Определить энергию фотона, длина волны которого в 4 раза меньше, чем у фотона с энергией $E = 2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 6 эВ).

13.54.* Металлическая поверхность поочередно облучается пучками света, энергия фотонов которых $\varepsilon_1 = 9A$ и $\varepsilon_2 = 3A$, где A – работа выхода электрона из металла. Определить отношение скоростей v_1/v_2 , испускаемых электронов. (Отв.: 2).

13.55.* Определить энергию фотона, под действием которого электрон, испускаемый вольфрамовой поверхностью, приобретает кинетическую энергию в 4 раза меньшую, чем его работа выхода $A = 7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 5,625 эВ).

13.56.* Определить энергию фотона, у которого частота в 5 раз больше, чем у фотона с энергией $2,64 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 8,25 эВ).

13.57.* Под действием фотона с длиной волны 0,24 нм металлическая поверхность испускает электрон с кинетической

энергией $4,8 \cdot 10^{-16}$ Дж. На сколько будет больше кинетическая энергия электрона, испускаемого этой же поверхностью под действием фотона с длиной волны 0,18 нм. Работой выхода электрона пренебречь. (Отв.: 1 кэВ).

13.58.* Определить отношение частот двух фотонов, под действием которых металлическая поверхность испускает два электрона, отношение скоростей которых равно 4. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 16).

13.59.** Отношение скоростей электронов, испускаемых двумя металлическими поверхностями под действием света $v_2/v_1 = 2$, а кинетическая энергия электрона, испущенного первой поверхностью составляет восьмую часть энергии фотона. Определить отношение работ выхода электронов из этих металлов A_1/A_2 . (Отв.: 1,75).

13.60.** Во сколько раз уменьшится кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью, если длину волны света, под действием которого испускаются электроны, увеличить в 5 раз? Работа выхода электрона из металла составляет третью часть энергии фотона меньшей частоты. (Отв.: 7).

13.61.* При облучении металла лучами с длиной волны $\lambda_1 = 0,05$ мкм, для полной задержки вылетевших электронов необходимо задерживающее напряжение U_1 , а при облучении лучами с длиной волны $\lambda_2 = 0,1$ мкм – U_2 . Пренебрегая работой выхода электрона из металла, определить U_1/U_2 . (Отв.: 2).

13.62.** Во сколько раз уменьшится скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его длину волны увеличить в 5 раз? Работа выхода

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

электрона из металла составляет 0,1 энергии фотона не увеличенной длины волны. (Отв.: 3).

13.63.* Определить разность потенциалов, необходимую для задержания фотоэлектронов, испускаемых поверхностью никеля под действием ультрафиолетовых лучей с длиной волны $\lambda = 0,1$ мкм. Работа выхода электрона из металла $A = 8 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 7,375 В).

13.64.** Во сколько раз необходимо было увеличить длину волны света, чтобы скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, уменьшилась втрое? Работа выхода электрона из металла составляет половину энергии фотона меньшей частоты. (Отв.: 5).

13.65.* Две металлические поверхности испускают по одному электрону под действием фотонов, частота которых отличается на $0,5 \cdot 10^{15}$ Гц. Определить разность работ выхода (по модулю) электронов из этих металлов, если кинетические энергии вылетевших электронов отличаются на $2,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. (Отв.: 0,5 эВ).

13.66.** Определить отношение работ выхода электронов из двух разных металлов A_1/A_2 , если известно, что при облучении первого металла светом с частотой ν_1 , кинетическая энергия выбитого электрона равна 0,25 энергии падающего фотона, а при облучении второго металла светом частоты $\nu_2 = 2\nu_1$, кинетическая энергия выбитого электрона составляет половину энергии падающего фотона. (Отв.: 0,75).

13.67.** Во сколько раз увеличится скорость электронов,

испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его частота будет увеличена в 7 раз? Работа выхода электрона из металла составляет четвертую часть энергии фотона не увеличенной частоты. (Отв.: 3).

13.68.* Под действием фотона с длиной волны 4,4 нм металлическая поверхность испускает электрон. Во сколько раз увеличится скорость электрона, если длина волны фотона уменьшится на 3,3 нм. Работой выхода электрона из металла пренебречь. (Отв.: 2).

13.69.* Отношение кинетических энергий двух электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием двух фотонов, равно 4. Определить отношение частот этих фотонов, если работа выхода электрона равна половине кинетической энергии электрона, испущенного под действием фотона меньшей частоты. (Отв.: 3).

13.70.** Определить работу выхода электрона из металла, если известно, что красная граница фотоэффекта для этого металла на $\Delta\lambda = 0,06$ мкм больше красной границы для другого металла, работа выхода из которого равна $8,25 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 4,125 эВ).

13.71.* Определить кинетическую энергию электрона, испускаемого поверхностью вольфрама, под действием фотона с энергией $(4/3)A$, если работа выхода электрона из этого металла $A = 7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 1,5 эВ).

13.72.** При облучении металлической поверхности фотонами испускаются электроны, скорости которых в три раза превышают скорости электронов, испускаемых этой же поверхностью

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

под действием фотонов с энергией $h\nu_2 = 3A$, где A работа выхода электрона из металла. Определить отношение энергии первоначальных фотонов к работе выхода электрона из данного металла. (Отв.: 19).

13.73.* На сколько следовало бы уменьшить длину волны фотона, для того чтобы скорость испускаемого металлом под его действием электрона была бы в 2 раза больше чем скорость электрона, испускаемого под действием фотона с длиной волны 4,4 нм. Работой выхода пренебречь. (Отв.: 3,3 нм).

13.74.** Во сколько раз увеличится скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием света, если его длину волны уменьшить в 5 раз? Работа выхода электрона из металла составляет 0,5 энергии фотона не увеличенной частоты. (Отв.: 3).

13.75.** Во сколько раз увеличится кинетическая энергия электронов, испускаемых металлической поверхностью, если длину волны света, под действием которого испускаются электроны, уменьшить в 2 раза. Работа выхода электрона из металла составляет третью часть энергии фотона меньшей частоты. (Отв.: 2,5).

13.76.** Отношение кинетических энергий двух электронов, испускаемых металлической поверхностью под действием двух фотонов $E_{1к}/E_{2к} = 0,25$. Определить отношение длин волн фотонов λ_1/λ_2 , если работа выхода электрона из металла составляет четвертую часть энергии фотона меньшей частоты. (Отв.: 3,25).

13.77.* Определить энергию фотона, длина волны которого в 4 раза больше, чем у фотона с энергией $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. (Отв.: 0,5 эВ).

13.78.** Во сколько раз необходимо было бы увеличить частоту света, чтобы скорость электронов, испускаемых металлической поверхностью под его действием, увеличилась в 4 раза? Работа выхода электронов из металла составляет половину кинетической энергии электрона, испускаемого под действием фотона меньшей частоты. (**Отв.:** 11).

13.79.* Атом водорода переходит из состояния с энергией $-2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж в более возбужденное состояние с энергией $-1,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найти длину волны поглощаемого фотона. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 1,98 мкм).

13.80.* При облучении невозбужденного атома водорода его энергия увеличилась на $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какова длина волны излучения при переходе атома в невозбужденное состояние? Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 0,6 мкм).

13.81.* Определить длину волны излучения при переходе атома водорода из возбужденного состояния с энергией $-1,4 \cdot 10^{-19}$ Дж в менее возбужденное состояние с энергией $-5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 0,495 мкм).

13.82.* Возбужденный атом водорода при переходе в основное состояние испускает фотон длины волны $\lambda = 9,9 \cdot 10^{-8}$ м. Определить разность энергий атома водорода в начальном и конечном состоянии. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (**Отв.:** 12,5 эВ).

13.83.* Излучение длиной волны 24,75 нм дважды ионизирует атом кислорода. Найти энергию необходимую для получения дважды ионизированного атома кислорода. Постоянную Планка

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 50 эВ).

13.84. Атом кислорода может быть ионизирован под действием излучения, длина волны которого $\lambda = 82,5$ нм. Найти энергию ионизации атома кислорода. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 15 эВ).

13.85.* При переходе возбужденного атома водорода в менее возбужденное состояние с энергией $-2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж испускается фотон, длина волны которого равна $1,98 \cdot 10^{-6}$ м. Найти начальную энергию атома водорода. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: $-0,875$ эВ).

13.86.* Атом водорода поглощает фотон с длиной волны $\lambda = 4,95 \cdot 10^{-7}$ м в результате чего он переходит в состояние с энергией $-1,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить начальную энергию атома водорода. Принять $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: $-3,375$ эВ).

13.87.* Возбужденный атом водорода с энергией $-1,4 \cdot 10^{-19}$ Дж переходит в менее возбужденное состояние с энергией $-2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найти длину волны испускаемого фотона. Постоянную Планка принять равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 1,98 мкм.)

13.88. Определить число нейтронов в ядре изотопа фосфора $^{32}_{15}\text{P}$. (Отв.: 17).

13.89. Определить число нейтронов в ядре изотопа полония $^{210}_{84}\text{Po}$. (Отв.: 126).

13.90. Определить число нейтронов в ядре изотопа стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$. (Отв.: 52).

13.91. Определить массовое число нейтрального атома, ядро которого состоит из четырех протонов и пяти нейтронов. (Отв.: 9).

13.92. Определить разность чисел нейтронов в ядрах изотопов $^{15}_7\text{N}$ и $^{14}_7\text{N}$. (Отв.: 1).

13.93. Определить разность числа нейтронов и числа протонов в изотопе урана $^{235}_{92}\text{U}$. (Отв.: 51).

13.94. Определить разность чисел нейтронов и протонов в ядре изотопа магния $^{27}_{12}\text{Mg}$. (Отв.: 3).

13.95. Массовое число нейтрального атома равно 7. Его ядро содержит 3 протона. Определить число нейтронов в ядре. (Отв.: 4).

13.96. Найти разность между числом нейтронов и числом протонов в изотопе плутония $^{239}_{94}\text{Pu}$. (Отв.: 51).

13.97. На сколько уменьшится порядковый номер элемента Z при выбрасывании из ядер α – частицы? (Отв.: 2).

13.98. Найти разность между числом нейтронов и числом протонов в изотопе серебра $^{108}_{47}\text{Ag}$? (Отв.: 14).

13.99. Найти разность между числом нейтронов и числом протонов в изотопе стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$. (Отв.: 14).

13.100. На сколько единиц уменьшится массовое число A в результате излучения ядром одной α – частицы? (Отв.: 4).

13.101. Найти разность чисел нейтронов изотопов кислорода $^{18}_8\text{O}$ и $^{16}_8\text{O}$. (Отв.: 2).

13.102. Найти разность чисел нейтронов и протонов в изотопе полония $^{219}_{84}\text{Po}$. (Отв.: 51).

13.103. Найти разность между числом нейтронов и числом протонов в изотопе кислорода $^{15}_8\text{O}$. (Отв.: –1).

13.104. Определить порядковый номер ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$. (Отв.: 4).

13.105. Определить число протонов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 7).

13.106. Определить массовое число ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_{25}^{55}\text{Mn} + {}_Z^AX \rightarrow {}_{26}^{55}\text{Fe} + {}_0^1n$. (Отв.: 1).

13.107. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$ если оно участвует в ядерной реакции: ${}_4^9\text{Be} + {}_Z^AX \rightarrow {}_5^{10}\text{B} + {}_0^1n$. (Отв.: 1).

13.108. Определить массовое число A ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 14).

13.109. Определить число протонов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_4^9\text{Be} + {}_Z^AX \rightarrow {}_5^{10}\text{B} + {}_0^1n$. (Отв.: 1).

13.110. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$. (Отв.: 3).

13.111. Определить массовое число ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_3^6\text{Li} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_1^1p$. (Отв.: 7).

13.112. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_{25}^{55}\text{Mn} + {}_Z^AX \rightarrow {}_{26}^{55}\text{Fe} + {}_0^1n$. (Отв.: 0).

13.113. Определить число протонов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 7).

13.114. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$. (Отв.: 15).

13.115. Определить порядковый номер ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^A_ZX + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$. (Отв.: 3).

13.116. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\alpha \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$. (Отв.: 15).

13.117. Определить массовое число ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^9_4\text{Be} + {}^A_ZX \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$. (Отв.: 2).

13.118. Определить массовое число ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$. (Отв.: 7).

13.119. Определить массовое число ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^2_1\text{H} + {}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0n$. (Отв.: 3).

13.120. Определить массовое число A ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\alpha \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$. (Отв.: 30).

13.121. Определить массовое число ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow {}^{26}_{13}\text{Mg} + {}^A_ZX$. (Отв.: 1).

13.122. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^9_4\text{Be} + {}^A_ZX \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$. (Отв.: 1).

13.123. Определить число протонов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^{55}_{25}\text{Mn} + {}^A_ZX \rightarrow {}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^1_0n$. (Отв.: 1).

Световые кванты. Физика атома и атомного ядра

13.124. Определить массовое число ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^AX + {}_2^4\text{He}$. (Отв.: 24).

13.125. Определить массовое число A ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 14).

13.126. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 7).

13.127. Определить число протонов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_1^2\text{H} + {}_Z^AX \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1n$. (Отв.: 1).

13.128. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_3^6\text{Li} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_1^1\text{H}$. (Отв.: 4).

13.129. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$. (Отв.: 3).

13.130. Определить массовое число ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_5^{10}\text{B} + {}_0^1n$. (Отв.: 7).

13.131. Определить порядковый номер Z ядра ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$. (Отв.: 15).

13.132. Определить число нейтронов в ядре ${}_Z^AX$, если оно участвует в ядерной реакции: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^AX + {}_2^4\text{He}$. (Отв.: 13).

13.133. Определить порядковый номер элемента, ядро ${}_Z^AX$ которого участвует в ядерной реакции: ${}_Z^AX + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{11}^{22}\text{Na} + {}_2^4\text{He}$. (Отв.: 12).

13.134. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^2_1\text{H} + {}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0n$. (Отв.: 2).

13.135. Определить порядковый номер элемента, ядро A_ZX которого участвует в ядерной реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0n \rightarrow {}^A_ZX + {}^4_2\text{He}$. (Отв.: 11).

13.136. Определить порядковый номер ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$. (Отв.: 4).

13.137. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^A_ZX + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$. (Отв.: 4).

13.138. Определить число протонов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_1\text{H}$. (Отв.: 3).

13.139. Определить массовое число ядра A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^A_ZX + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{22}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He}$. (Отв.: 25).

13.140. Определить число нейтронов в ядре A_ZX , если оно участвует в ядерной реакции: ${}^A_ZX + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{22}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He}$. (Отв.: 13).

13.141.* Масса ядра атома лития равна 7,0166 а.е.м. Определить массу нейтрального атома лития. Массу электрона принять равной 0,0006 а.е.м. (Отв.: 7,0184 а.е.м.).

13.142.* Вычислить энергию связи ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$. Считать, что масса атома водорода ${}^1_1\text{H}$ равна 1,0078 а.е.м., атома дейтерия – 2,0141 а.е.м., нейтрона – 1,0087 а.е.м. Принять, что изменение массы на 1 а.е.м. соответствует изменению энергии на 930 МэВ. (Отв.: 2,232 МэВ).

13.143.* Определить дефект массы ядра лития ${}^7_3\text{Li}$. Считать, что масса атома водорода ${}^1_1\text{H}$ равна 1,0078 а.е.м., атома лития – 7,0162 а.е.м., нейтрона – 1,0087 а.е.м. (**Отв.:** 0,042 а.е.м.).

13.144.* Найти энергию связи ядра алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$. Считать, что масса атома водорода ${}^1_1\text{H}$ равна 1,0078 а.е.м., атома алюминия – 26,9832 а.е.м., нейтрона – 1,0087 а.е.м. Принять, что изменение массы на 1 а.е.м. соответствует изменению энергии на 930 МэВ. (**Отв.:** 223,2 МэВ).

Глава 14. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

14.1.* Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок. На одном конце шнурка привязан груз массой $m_1 = 1$ кг с зарядом 0,01 Кл, а на другом – груз массой $m_2 = 1,5$ кг. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вниз. Определить ускорение, с которым движутся грузы. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (**Отв.:** 2 м/с^2).

14.2.* Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок. На одном конце шнурка привязан груз массой $m_1 = 1$ кг с зарядом 0,01 Кл, а на другом – груз массой $m_2 = 1,5$ кг. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Определить ускорение, с которым движутся грузы, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (**Отв.:** 6 м/с^2).

14.3.* На горизонтальной плоскости находится тело массой $m = 0,5$ кг и зарядом $q = 0,1$ мКл. С каким ускорением будет дви-

гаться это тело, если возбудить параллельно плоскости однородное электрическое поле напряженностью $E = 10$ кВ/м. Коэффициент трения тела о плоскость $\mu = 0,1$, $g = 10$ м/с². (Отв.: 1 м/с²).

14.4.* Шарик массой $m = 0,1$ кг и зарядом $q = 1$ мкКл подвешен на жестком невесомом стержне длиной 1 м. Система находится в направленном вертикально вниз однородном электрическом поле с напряженностью $E = 600$ кВ/м. Какую минимальную скорость необходимо сообщить шарiku в нижней точке, чтобы он вращался в вертикальной плоскости относительно фиксированного верхнего конца стержня? Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 8 м/с.)

14.5.* Груз массой $m = 0,1$ кг и зарядом $q = 1$ мкКл подвешен на жестком невесомом стержне длиной $l = 1$ м. Система находится в направленном вертикально вверх однородном электрическом поле напряженностью $E = 100$ кВ/м. Какую минимальную скорость необходимо сообщить грузу в нижней точке, чтобы он вращался в вертикальной плоскости относительно фиксированного верхнего конца стержня? Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 6 м/с.)

14.6.* Подвешенный на нити шарик массой 2 г и зарядом 10 мкКл находится в электрическом поле, напряженность которого направлена вдоль нити и меняется по закону $E = \sin \omega t$ (кВ/м). Определить максимальное значение веса шарика, принимая $g = 10$ м/с². (Отв.: 30 мН).

14.7.* Два одинаковых шарика с зарядами q и $2q$, где $q = 60$ нКл, привязаны к концам нити длиной 5 см. Система помещена в вертикальное электрическое поле (см. рис. 14.1) с напряженностью $E = 100$ кВ/м. Какова сила

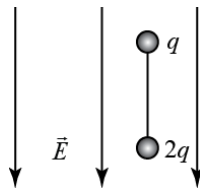


Рис. 14.1

натяжения нити? $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/С². (Отв.: 28,92 мН).

Комбинированные задачи

14.8.* Два одинаковых шарика с массами $m = 3$ г привязаны к концам нити. Одному шарiku сообщили заряд $q = 5$ мкКл, а другому заряд $2q$. Система помещена в вертикальное электрическое поле (см. *рис. 14.1*) с напряженностью $E = 40$ В/м. С каким ускорением движутся шарики? $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 9,9 м/с²).

14.9.* Подвешенный на нити шарик массой 1 г с зарядом 10 мкКл находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Определить вес шарика, принимая $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 0).

14.10.* Подвешенный на нити шарик массой 1 г с зарядом 10 мкКл находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вниз. Определите силу натяжения нити, принимая $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 20 мН).

14.11.* Шарик массой 3 г и зарядом 4 мкКл подвешен на нити в горизонтальном электрическом поле. Найти силу натяжения нити, если напряженность электрического поля равна 10 кВ/м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 50 мН).

14.12.* Шарик массой $\sqrt{3}$ г и зарядом 3 мкКл подвешен на нити в электрическом поле, направленном горизонтально. На какой угол отклонится нить от вертикали, если напряженность электрического поля равна 10 кВ/м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 60°).

14.13.* Подвешенный на нити шарик массой 2 г и зарядом 10 мкКл движется вниз в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх, с ускорением $a = 1$ м/с². Определить натяжение нити, принимая $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 8 мН).

14.14.* Подвешенный на нити шарик массой 2 г и зарядом

10 мкКл тянут вверх с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вертикально вверх. Определить силу натяжения нити, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 12 мН).

14.15.* Шарик зарядом $q = 100 \text{ мкКл}$, массой $m = 8 \text{ г}$, объемом $V = 0,5 \text{ см}^3$ помещен в сосуд с маслом плотностью $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$ (см. рис. 14.2). Сосуд внесен во внешнее электрическое поле, направленное вертикально вверх. При какой напряженности поля шарик находится в равновесии во взвешенном состоянии. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,52 кВ/м).

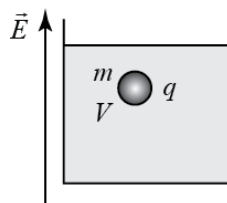


Рис. 14.2

14.16.* Найти ускорение, с которым будет двигаться шарик массой $m = 8 \text{ г}$, объемом $V = 1 \text{ см}^3$ несущий заряд $q = 20 \text{ мкКл}$, в сосуде с маслом плотностью $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$, если сосуд (см. рис. 14.3) помещен во внешнее однородное электрическое поле напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленное вертикально вниз. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сила сопротивления составляет 20% силы тяжести шарика. (Отв.: $8,25 \text{ м/с}^2$).

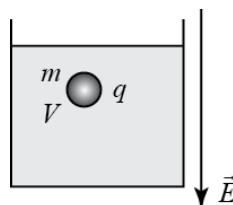


Рис. 14.3

14.17.* Найти ускорение, с которым будет подниматься шарик массой $m = 8 \text{ г}$, объемом $V = 0,5 \text{ см}^3$, зарядом $q = 120 \text{ мкКл}$ в масле плотностью $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$ (см. рис. 14.2), если сосуд с маслом помещен во внешнее электрическое поле напряженностью $E = 2 \text{ кВ/м}$, направленное вертикально вверх. Сила сопротивления составляет 20% силы тяжести шарика. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $3,5 \text{ м/с}^2$).

Комбинированные задачи

14.18.* Невесомый горизонтально расположенный стержень, на концах которого находятся грузы массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 1$ кг, подпирается в точке C (см. рис. 14.4). Электрическое поле напряженностью $E = 10$ кВ/м направлено вертикально вверх. На каком расстоянии от точки A на стержне нужно закрепить точечный заряд $q = 100$ мкКл, чтобы стержень находился в равновесии? $AC = 0,7$ м; $CB = 0,3$ м. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,2 м).

14.19.* Система, изображенная на рисунке 14.4, находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10$ кВ/м направленной вертикально вниз. $AC = 0,6$ м; $CB = 0,4$ м; $m_1 = 0,5$ кг,



Рис. 14.4

$m_2 = 0,7$ кг. На каком расстоянии от точки B нужно закрепить на стержне заряд $q = 100$ мкКл, чтобы стержень находился в равновесии? Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,2 м).

14.20.* Система, изображенная на рисунке 14.4, находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10$ кВ/м, направленной вертикально вниз. $m_1 = 0,5$ кг, $m_2 = 0,7$ кг, $AC = CB$. Каким зарядом нужно зарядить тело массой m_1 , чтобы стержень находился в равновесии? Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 200 мкКл).

14.21.* Стержень с двумя грузами (см. рис. 14.4) находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Груз m_2 имеет заряд $q = 200$ мкКл. Найти расстояние AC , если стержень находится в равновесии. $AB = 1$ м, $m_1 = 0,5$ кг, $m_2 = 0,7$ кг. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,5 м).

14.22.** На горизонтальной плоскости находится тело массой $m = 0,5$ кг и зарядом $q = 0,1$ мКл. При включении однородного

электрического поля напряженностью $E_1 = 100$ кВ/м, как показано на *рисунке 14.5*, тело начинает двигаться с ускорением $a_1 = 4$ м/с². Определить ускорение, с которым будет двигаться это тело, если дополнительно возбудить однородное поле напряженностью $E_2 = 10$ кВ/м, направленное вертикально вниз. Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: $0,8$ м/с²).

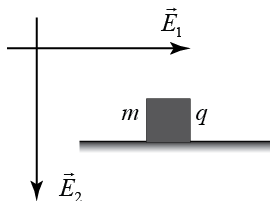


Рис. 14.5

14.23.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, к концам которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Один из грузов опущен в сосуд с водой, а другому сообщен заряд 2 мКл. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вниз. Определите силу натяжения шнура, принимая плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, объем погруженного в воду тела $V = 100$ см³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Отв.: $10,5$ Н).

14.24.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, к концам которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Один из грузов опущен в сосуд с водой, а другому сообщен заряд 2 мКл. Определить ускорение грузов после включения однородного электрического поля с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленного вертикально вверх. Объем одного груза $V = 100$ см³, плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, $g = 10$ м/с². (Отв.: $0,5$ м/с²).

14.25.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, к концам которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Один

Комбинированные задачи

из грузов опущен в сосуд с водой, а другому сообщен заряд 2 мКл. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Определить силу натяжения шнура, принимая плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, объем каждого груза $V = 100$ см³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Отв.: 8,5 Н).

14.26.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок. На одном конце шнура привязан груз массой 1,0 кг с зарядом 10 мКл, а на другом – груз массой 1,5 кг. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Определить силу натяжения шнура, принимая $g = 10$ м/с². (Отв.: 6 Н).

14.27.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, к концам которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Один из грузов опущен в сосуд с водой, а другому сообщен заряд 2 мКл. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вниз. Определить ускорение грузов, принимая плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, объем погруженного в воду груза $V = 100$ см³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Отв.: 1,5 м/с²).

14.28.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, к концам которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Один из грузов опущен в сосуд с водой, а другому сообщен заряд 2 мКл. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Определить груз какой массы необходимо прицепить к

заряженному грузу, чтобы система находилась в равновесии. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, объем опущенного в воду груза $V = 100 \text{ см}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,1 кг).

14.29.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок. На одном конце шнурка привязан груз массой $m_1 = 1 \text{ кг}$ с зарядом 10 мКл, а на другом – груз массой $m_2 = m_1$. При включении однородного вертикально вверх направленного электрического поля система приходит в движение с ускорением 5 м/с^2 (в направлении поля). Определить напряженность этого поля. (Отв.: 1 кВ/м).

14.30.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок, на концах которого привязаны грузы одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$. Какой заряд необходимо сообщить одному из грузов, чтобы при включении однородного электрического поля с напряженностью 500 В/м направленной вертикально вверх, грузы двигались с ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 2 мКл).

14.31.** Через невесомый вращающийся без трения фиксированный блок перекинут непроводящий шнурок. На одном конце шнурка привязан груз массой $m_1 = 1 \text{ кг}$ с зарядом 10 мКл, а на другом – груз массой 1,6 кг. Система находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вертикально вниз. Определить силу натяжения шнура, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 18 Н).

14.32.** Маятник с периодом колебаний 1 с представляет собой шарик массой 16 г, подвешенный на непроводящей нити. Шарик электризуют отрицательным зарядом и помещают в электрическое поле, направленное вертикально вверх. Период колебаний маятника в этом поле $T = 0,8 \text{ с}$. Вычислить напряженность электрического

Комбинированные задачи

поля, если заряд шарика равен 8 мКл. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 11,25 В/м).

14.33.** Шарик массой 1 г подвешен на нити между горизонтально расположенными пластинами конденсатора. Каков будет период колебаний шарика, если ему сообщить заряд $q = 210 \text{ нКл}$ и на пластины конденсатора подать разность потенциалов $U = 10 \text{ кВ}$, причем на нижнюю пластину подается отрицательный потенциал. Длина нити $l = 9 \text{ см}$, а расстояние между пластинами $d = 14 \text{ см}$, принять $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\pi = 3$. (Отв.: 0,36 с).

14.34.** Шарик массой $m = 0,1 \text{ кг}$ и зарядом $q = 1 \text{ мКл}$ подвешен на нерастяжимой нити длиной $l = 1 \text{ м}$ с закрепленном верхним концом. Система находится в направленном вертикально вниз однородном электрическом поле напряженностью $E = 600 \text{ кВ/м}$. Какую минимальную скорость необходимо сообщить шарiku в нижней точке, чтобы он вращался в вертикальной плоскости? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{5} = 2,24$. (Отв.: 8,96 м/с).

14.35.** Груз массой 20 г и зарядом 1 мКл подвешен на нерастяжимой нити длиной $l = 1 \text{ м}$ с закрепленным верхним концом. Система находится в направленном вертикально вверх однородном электрическом поле напряженностью 100 кВ/м. Какую минимальную скорость необходимо сообщить грузу в нижней точке, чтобы он вращался в вертикальной плоскости? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 5 м/с).

14.36.** Шарик массой $m = 10 \text{ г}$ и зарядом $q = 1 \text{ мКл}$ подвешен на нити. Маятник находится в направленном вертикально вверх однородном электрическом поле напряженностью $E = 10 \text{ кВ/м}$. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили. Определить силу натяжения нити в момент прохождения шарика через положение равновесия. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$.

(Отв.: 0,27 Н).

14.37.** Шарик массой $m = 50$ г и зарядом $q = 1$ мкКл подвешен на нити длиной $l = 0,5$ м. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили. В момент, когда нить образовала с вертикалью угол 60° вертикально вниз включили однородное электрическое поле с напряженностью $E = 600$ кВ/м. Какова скорость шарика при прохождении положения равновесия? Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 4 м/с).

14.38.** Шарик массой $m = 10$ г и зарядом $q = 1$ мкКл подвешен на нити длиной $l = 1$ м. Система находится в направленном вертикально вверх однородном электрическом поле напряженностью $E = 10$ кВ/м. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили. Определить скорость шарика в момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Считать $g = 10$ м/с². (Отв.: 3 м/с).

14.39.** Шарик зарядом 10 мкКл висит на нити. В некоторый момент времени вертикально включается электрическое поле, напряженность которого в дальнейшем меняется по закону $E = \sin(\pi t/3)$ (кВ/м). Определить на сколько уменьшается сила натяжения нити за первые 1,5 с. (Отв.: 10 мН).

14.40.** Шарик массой 2 г и зарядом 10 мкКл висит на нити. В некоторый момент времени вертикально вверх включается электрическое поле, напряженность которого в дальнейшем меняется по закону $E = \sin(\pi t/3 + \pi/12)$ (кВ/м). Определить через какое время от момента включения поля натяжение нити станет равным 15 мН. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,25 с).

14.41.** Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какова должна быть

Комбинированные задачи

плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же? Плотность керосина $\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, а его диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 2$. (Отв.: 1600 кг/м^3).

14.42.** Подвешенный на нити шарик массой 2 г и зарядом 10 мкКл находится в электрическом поле, напряженность которого направлена вдоль нити и меняется по закону $E = \sin \omega t$ (кВ/м). Определить минимальное значение натяжения нити, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10 мН).

14.43.** Подвешенный на нити шарик массой 1 г и зарядом 10 мкКл движется вниз в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вертикально вниз, с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$. Определить силу натяжения нити, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 19 мН).

14.44.** Подвешенный на нити шарик массой 1 г и зарядом 10 мкКл движется вверх с ускорением 1 м/с^2 в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вертикально вниз. Определить натяжение нити, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 21 мН).

14.45.* На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100 \text{ В/м}$, направленной вертикально вверх, покоится тело массой 2 г и зарядом 100 мкКл . Определить силу реакции плоскости, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$ и $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: $8,5 \text{ мН}$).

14.46.* На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100 \text{ В/м}$, направленной вертикально вверх, покоится тело массой 1 г и зарядом 100 мкКл . Определить силу трения, действующую на тело, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 5 мН).

14.47.* На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100$ В/м, направленной вертикально вниз, покоится тело массой 2 г и зарядом 100 мкКл. Определить силу трения, действующую на тело, принимая $g = 10$ м/с². (Отв.: 15 мН).

14.48.* На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл (см. рис. 14.6). Наклонная плоскость находится в горизонтальном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной как указано на рисунке. Определить силу трения между телом и плоскостью, принимая $g = 10$ м/с², $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 18,5 мН).

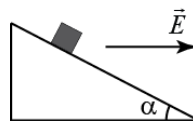


Рис. 14.6

14.49.* На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл. Наклонная плоскость находится в горизонтальном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной как указано на рисунке 14.7. Определить силу трения между телом и плоскостью, принимая $g = 10$ м/с² и $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 1,5 мН).

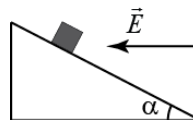


Рис. 14.7

14.50.* По наклонной плоскости, составлявшей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100$ В/м, направленной вертикально вверх, скользит без трения тело массой 2 г и зарядом 100 мкКл. Определить ускорение тела, принимая $g = 10$ м/с². (Отв.: 2,5 м/с²).

14.51.* По наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100$ В/м, направленной вертикально вниз,

Комбинированные задачи

скользит без трения тело массой 2 г и зарядом 100 мкКл. Определить ускорение тела, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $7,5 \text{ м/с}^2$).

14.52.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл. Наклонная плоскость находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вверх по наклонной плоскости параллельно ей. Определить силу трения между телом и плоскостью, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0).

14.53.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом и находящейся в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 100 \text{ В/м}$, направленной вертикально вниз, покоится тело массой 2 г и зарядом 100 мкКл. Определить силу реакции плоскости, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$ и $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: $25,5 \text{ мН}$).

14.54.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл. Наклонная плоскость находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной как указано на *рисунке 14.7*. Определить силу реакции наклонной плоскости, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$ и $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 22 мН).

14.55.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, покоится тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл. Наклонная плоскость находится в однородном горизонтальном электрическом поле с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной как указано на *рисунке 14.6*. Определить силу реакции наклонной плоскости, принимая $g = 10 \text{ м/с}^2$ и $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 12 мН).

14.56.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, скользит с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$ тело массой 2 г и зарядом 10 мкКл. Наклонная плоскость находится в однородном

электрическом поле, направленном вверх по наклонной плоскости, параллельно ей. Определить напряженность электрического поля. Трением пренебречь. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 400 В/м).

14.57.** На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, и у ее основания покоятся два идентичных тела, заряженных одинаковыми по величине и знаку зарядами. Масса каждого из них равна 90 г, а расстояние между ними $l = 5\sqrt{2} \text{ см}$. Определить заряд каждого тела. Принять $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$, $g = 10 \text{ м/с}^2$. Трением пренебречь. Нижнее тело закреплено. (Отв.: 50 мкКл).

14.58.* Заряженная положительным зарядом пылинка массой $m = 2 \cdot 10^{-8} \text{ г}$ находится в равновесии внутри плоского конденсатора, пластины которого расположены горизонтально. Между пластинами создана разность потенциалов $U = 12 \text{ кВ}$. С каким ускорением будет двигаться пылинка, если ее заряд увеличится на 2000 электронов. Расстояние между пластинами $d = 5 \text{ см}$, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. (Отв.: 3,84 м/с²).

14.59.** Заряженная положительным зарядом пылинка массой $m = 8 \cdot 10^{-9} \text{ г}$ находится в равновесии между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора. Разность потенциалов между пластинами $U = 3,2 \text{ кВ}$. Какую кинетическую энергию приобретает пылинка через время $t = 0,01 \text{ с}$, если ее заряд уменьшится на 2000 электронов? Расстояние между пластинами $d = 5 \text{ см}$, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. (Отв.: 16,384 кэВ).

14.60.* Заряженная отрицательным зарядом пылинка массой $m = 3 \cdot 10^{-8} \text{ г}$ находится в равновесии между двумя горизонтальными пластинами. К пластинам приложена разность потенциалов 18 кВ. Какое расстояние пройдет пылинка за 0,01 с, если ее заряд уменьшится на 1000 электронов? Расстояние между

Комбинированные задачи

пластинками $d = 6$ см, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 80 мкм).

14.61.* Заряженная положительным зарядом пылинка массой $m = 10^{-8}$ г находится в равновесии внутри плоского конденсатора, пластины которого расположены горизонтально. Между пластинами создана разность потенциалов $U = 6$ кВ. С каким ускорением будет двигаться пылинка, если ее заряд уменьшился на 1000 электронов? Расстояние между пластинами $d = 5$ см, а заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: $1,92 \text{ м/с}^2$).

14.62.* Определить число электронов, образующих заряд пылинки массой $m = 2,4 \cdot 10^{-11}$ кг, если она находится в равновесии в электрическом поле, создаваемом двумя заряженными пластинами. Разность потенциалов между пластинами $\varphi_1 - \varphi_2 = 3$ кВ, а расстояние между ними $d = 2$ см. Заряд одного электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10^4).

14.63.* В плоском конденсаторе, помещенном в вакууме, взвешена заряженная капля ртути. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 18$ см, приложенная разность потенциалов $U_1 = 1$ кВ. Внезапно разность потенциалов падает до $U_2 = 800$ В. Через сколько времени капля достигает нижней пластины, если первоначально она находилась посередине конденсатора? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,3 с).

14.64.* Электрон, летящий со скоростью $v = 10$ Мм/с, влетает в параллельное его движению электрическое поле напряженностью $E = 1$ кВ/м. Какую долю своей первоначальной кинетической энергии потеряет электрон, пройдя в этом поле путь $s = 18,2$ мм. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, а его заряд $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 0,3).

14.65.* Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 2$ см. От одной из пластин начали двигаться вдоль нормали к пластинам протон и α - частица. Какое расстояние пройдет α - частица за время, необходимое протону на весь путь от одной пластины до другой? Массы протона и α -частицы соответственно равны: $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг и $6,64 \cdot 10^{-27}$ кг. (**Отв.:** 1 см).

14.66.* Однородное электрическое поле и однородное магнитное поле направлены взаимно перпендикулярно. Вдоль прямой, перпендикулярной к линиям обоих полей, влетает со скоростью 300 км/с заряженная частица и движется равномерно и прямолинейно. Чему равна напряженность электрического поля, если индукция магнитного поля равна 2 мТл? (**Отв.:** 600 В/м).

14.67.* Однородное электрическое поле и однородное магнитное поле направлены взаимно перпендикулярно. Заряженная частица влетает со скоростью 800 км/с, направленной вдоль прямой перпендикулярной к обоим полям и движется равномерно вдоль нее. Чему равна индукция магнитного поля, если напряженность электрического поля равна 16 кВ/м? (**Отв.:** 20 мТл).

14.68.* Электрон без начальной скорости движется в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м. За какое время его скорость станет равной 1,6 Мм/с? Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его массу принять равной $9 \cdot 10^{-31}$ кг. (**Отв.:** 9 нс).

14.69.* Пылинка, имеющая массу 10^{-11} г, удерживается между двумя горизонтальными параллельными пластинами, на которых приложена разность потенциалов 100 В. Расстояние между пластинами 4 мм. С каким ускорением будет двигаться пылинка, если она лишится (потеряет) 20 электронов? Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 8 м/с²).

Комбинированные задачи

14.70.* Разность потенциалов между катодом и анодом электронной лампы равна 11,25 В, а расстояние между ними 1 см. За какое время электрон пролетает от катода к аноду? Поле считать однородным. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 10 нс).

14.71.* Период электромагнитных колебаний в колебательном контуре $T = 1$ нс. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 3$ мм. В некоторый момент времени одна из пластин начинает колебаться согласно уравнению $x = \sin(\pi t/3)$ (мм). Направление оси Ox указано на рисунке 14.8. Каким будет период электромагнитных колебаний спустя 1,5 с после начала колебаний пластины? Принять $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 0,85 нс).

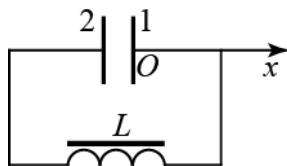


Рис. 14.8

14.72.* Период электромагнитных колебаний в колебательном контуре $T = 1$ нс. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 5$ мм. В некоторый момент времени первая пластина конденсатора начинает колебаться согласно уравнению $x = 3\cos(\pi t/2)$ (мм) (см. рис. 14.8). Каково максимальное изменение периода электромагнитных колебаний? $\sqrt{10} = 3,16$. (Отв.: 0,79 нс).

14.73.* Период электромагнитных колебаний в колебательном контуре $T = 4$ нс. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 6$ мм. В некоторый момент времени первая пластина начинает колебаться согласно уравнению $x = 2\sin(\pi t/3)$ (мм). Направление оси Ox указано на рисунке 14.8. На какую длину волны резонирует контур в момент времени $t = 4,5$ с после начала колебаний пластины? $\sqrt{6} = 2,45$. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. (Отв.: 1,47 м).

14.74.* Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ, расстояние между пластинами которого $d = 6$ мм, подключен к источнику постоянного напряжения $U = 100$ В. В некоторый момент времени первая пластина конденсатора начинает

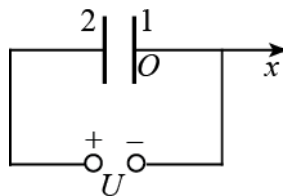


Рис. 14.9

колебаться согласно уравнению $x = \sin(\pi t/4)$ (мм). Направление оси Ox указано на рисунке 14.9. Каков заряд (по модулю) одной пластины конденсатора в момент времени $t = 6$ с от начала колебаний пластины? (**Отв.:** 120 мкКл).

14.75.** Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 2$ мкФ, расстояние между пластинами которого $d = 4$ мм, подключен к источнику постоянного напряжения $U = 100$ В. В некоторый момент времени первая пластина конденсатора начинает колебаться согласно уравнению $x = \sin(\pi t/4)$ (мм) (направление оси Ox указано на рисунке 14.9). Какова сила взаимодействия между пластинами конденсатора спустя 2 с после начала колебаний пластины? (**Отв.:** 1,6 Н).

14.76.* На нити подвешен шарик массой $m = 30$ г, которому сообщили заряд $q = 1$ мкКл. Когда к нему поднесли снизу заряженный таким же зарядом шарик, сила натяжения нити уменьшилась в четыре раза. Определить расстояние между центрами шариков. Считать $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/С². $g = 10$ м/с². (**Отв.:** 20 см).

14.77.** Параллельно расположенные квадратные пластины присоединены к аккумулятору напряжением 600 В. Определить величину тока, проходящего через аккумулятор, если одна из пластин движется относительно другой со скоростью 6 см/с.

Комбинированные задачи

Стороны пластинки равны 10 см, расстояние между пластинами 1 мм, $\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. (Отв.: 0,0324 мкА).

14.78.** Заряженная отрицательным зарядом пылинка массой $m = 8 \cdot 10^{-9}$ г находится во взвешенном состоянии между горизонтально расположенными металлическими пластинами. Разность потенциалов между пластинами $U = 3,2$ кВ. На сколько изменится потенциальная энергия пылинки через 0,01 с, если ее заряд увеличится на 2000 электронов? Расстояние между пластинами $d = 5$ см, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $g = 9,8$ м/с². (Отв.: –16,384 кэВ).

14.79.** Пылинка массой $m = 10^{-10}$ г находится в плоском конденсаторе, расстояние между пластинами которого равно 6 мм. Пылинка освещается ультрафиолетовым светом и, теряя заряд, выходит из равновесия. Найти, сколько электронов потеряла пылинка, если первоначально к конденсатору было приложено напряжение $U = 100$ В, а затем, чтобы опять вернуть пылинку в равновесие, пришлось прибавить 50 В. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $g = 10$ м/с². (Отв.: 125).

14.80.** В плоском горизонтально расположенном конденсаторе, расстояние между пластинами которого $d = 1$ см находится заряженная капелька массой $m = 0,5$ мг. При отсутствии электрического поля капелька, вследствие сопротивления воздуха, падает с некоторой постоянной скоростью. Если к пластинам конденсатора приложить разность потенциалов $U = 500$ В, то капелька падает вдвое медленнее. Найти заряд капельки, считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,05 нКл).

14.81.** α – частица влетает в плоский горизонтально расположенный конденсатор параллельно пластинам на равном

расстоянии от них. Расстояние между пластинами $d = 4$ см (см. рис. 14.10). К пластинам приложена разность потенциалов $U = 300$ В. На каком расстоянии от края конденсатора a — частица попадает на его пластину, если она была разогнана разностью потенциалов $U_1 = 150$ В. (Отв.: 4 см).

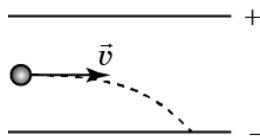


Рис. 14.10

14.82.** Электрон влетел в плоский конденсатор с горизонтально расположенными пластинами, имея скорость $v = 10$ Мм/с, направленную параллельно пластинам. В момент вылета из конденсатора направление скорости электрона составляло угол 45° с первоначальным направлением скорости. Определить разность потенциалов между пластинами, если их длина 10 см, а расстояние между ними 8 см. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 455 В).

14.83.** Электрон влетает в плоский конденсатор с горизонтально расположенными пластинами, имея скорость, равную 1 Мм/с и направленную параллельно пластинам. Разность потенциалов между пластинами $U = 6,25$ В. Какой угол составляет направление скорости электрона у выхода из конденсатора с горизонтом, если длина пластин и расстояние между ними $l = d = 10$ см. Масса и заряд электрона соответственно равны: 10^{-30} кг и $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 45°).

14.84.** Частица влетела в плоский конденсатор с горизонтально расположенными пластинами, имея скорость равную 1 Мм/с и направленную параллельно пластинам. В момент вылета из конденсатора направление скорости частицы составляет угол 35° с первоначальным направлением скорости. Определить разность потенциалов между пластинами, если

Комбинированные задачи

длина пластин 10 см и расстояние между ними 2 см. Масса и заряд частицы соответственно равны: $6,64 \cdot 10^{-27}$ кг и $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. $\operatorname{tg} 35^\circ = 0,7$. (Отв.: 2905 В).

14.85.** Разность потенциалов между катодом и анодом электронной лампы равна 91 В, а расстояние между ними 2 мм. За какое время электрон подлетит к аноду? Поле считать однородным. Принять $\sqrt{2}/2 = 0,71$, заряд и масса электрона соответственно равны: $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, и $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв.: 0,71 нс).

14.86.** Частица, начальная скорость которой $v_0 = 3$ Мм/с направлена параллельно пластинам плоского конденсатора, влетает в середину между ними и вылетает у края пластины. Разность потенциалов между пластинами равна 10 кВ. Найти изменение скорости частицы. Масса и заряд частицы соответственно равны: 10^{-30} кг и $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: 2 Мм/с).

14.87.** Частица массой $m = 10^{-30}$ кг, несущая заряд $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, начальная скорость которой $v_0 = 3$ Мм/с направлена параллельно пластинам плоского конденсатора, влетает в середину между ними, а вылетает у края пластины. Разность потенциалов между пластинами равна $U = 100$ В. На сколько изменится энергия частицы. (Отв.: 50 эВ).

14.88.* В вертикальной открытой с обоих концов длинной трубке может скользить поршень массой $m = 0,05$ кг и площадью $S = 5$ см². Когда трубка опускается в сосуд с водой поршень поднимается вместе с жидкостью и останавливается на глубине $h = 0,15$ м от уровня воды в сосуде (см. рис. 14.11).

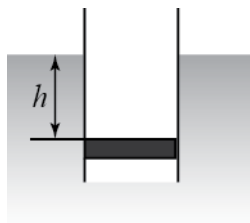


Рис. 14.11

Определить силу трения между поршнем и стенками трубки,

если плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, а ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,25 Н).

14.89.** В вертикальной открытой с обоих концов длинной трубке может скользить без трения невесомый поршень с площадью $S = 5 \text{ см}^2$, в центре которого закреплен точечный заряд q . Когда трубка опускается в сосуд с водой поршень останавливается на уровне воды в сосуде. Определить величину заряда q , если при включении однородного электрического поля с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленной вертикально вниз, поршень опускается на глубину $h = 0,5 \text{ м}$. Плотность воды равна $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 2,5 мКл).

14.90.* Под поршнем в цилиндре, площадь основания которого 80 см^2 находится газ при температуре 7°C под давлением 10^5 Па . На поршень положена гиря массой 20 кг . На сколько нужно нагреть газ для того, чтобы поршень вернулся в первоначальное положение? Принять, что $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 70 К).

14.91.** В цилиндре под поршнем площадью $S = 100 \text{ см}^2$, находится один моль азота при температуре 100°C . К поршню, через систему блоков подвешен груз массой $M = 50 \text{ кг}$ (см. рис. 14.12).

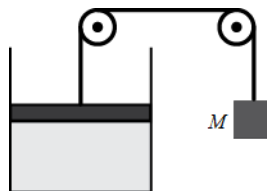


Рис. 14.12

Цилиндр охлаждается до 0°C . На какую высоту поднимается груз M ? Атмосферное давление $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10 см).

14.92.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 300 см^2 находится 1 моль идеального газа. Поршень прикреплен к дну цилиндра нитью. Объем газа $V = 8,31 \text{ л}$.

Комбинированные задачи

Определить на сколько увеличится натяжение нити, если газ нагреть на $\Delta T = 25$ К. Универсальная газовая постоянная равна $8,31$ Дж/(моль·К). Трением пренебречь. (Отв.: 750 Н).

14.93.* В вертикальном цилиндре под невесомым поршнем, площадь которого равна 300 см², находится 1 моль идеального газа при температуре 300 К. Поршень прикреплен к дну цилиндра нитью. Определить натяжение этой нити, если объем заключенного под поршнем газа равен $8,31$ л. Универсальная газовая постоянная равна $8,31$ Дж/(моль·К). Трением пренебречь. (Отв.: 6 кН).

14.94.* В цилиндре-под поршнем массой $m = 0,5$ кг и площадью $S = 10$ см² находится воздух. Цилиндр помещен в лифт, который поднимается вверх с ускорением $a = 5$ м/с². Пренебрегая трением между стенками цилиндра и поршнем определить давление воздуха в цилиндре. Принять $g = 10$ м/с². Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. (Отв.: $107,5$ кПа).

14.95.* В вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 0,4$ кг и площадью $S = 20$ см² находится воздух. Цилиндр расположенный на своем основании находится в лифте, который поднимается вверх с ускорением $a = 6$ м/с². Определить на сколько изменится давление воздуха в цилиндре. (Отв.: $1,2$ кПа).

14.96.* В цилиндре под поршнем массой $m = 0,5$ кг и площадью $S = 10$ см² находится воздух. Сила трения между поршнем и стенками цилиндра $F_{\text{тр}} = 1$ Н. Цилиндр помещен в лифт, который опускается вниз с ускорением $a = 5$ м/с². Определить давление воздуха в цилиндре, принимая $g = 10$ м/с², атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. (Отв.: $103,5$ кПа).

14.97.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см² находится идеальный газ. На поршне

в его середине закреплен точечный заряд $q = 10$ мКл. Определить давление газа после включения однородного электрического поля с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вверх. Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. Трением пренебречь. (Отв.: 80 кПа).

14.98.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см^2 находится идеальный газ. На поршне, в его середине, закреплен точечный заряд $q = 10$ мКл. При какой напряженности электрического поля, направленного вертикально вверх, давление газа уменьшится вдвое? Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. Трением между поршнем и стенками цилиндра пренебречь. (Отв.: 2,5 кВ/м).

14.99.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см^2 находится 0,4 моля идеального газа, объем и температура которого равны соответственно 8,31 л и 300 К. Поршень прикреплен к дну цилиндра нитью. На поршне, в его середине, закреплен точечный заряд $q = 10$ мКл. Цилиндр находится в однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ кВ/м, направленной вертикально вниз. Определить натяжение нити, если атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа, а универсальная газовая постоянная равна $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Трением пренебречь. (Отв.: 0).

14.100.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см^2 находится идеальный газ. На поршне в его середине закреплен точечный заряд $q = 10$ мКл. При какой напряженности электрического поля, направленного вертикально вниз, давление газа увеличится вдвое? Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. Трением между поршнем и стенками цилиндра пренебречь. (Отв.: 5 кВ/м).

Комбинированные задачи

14.101.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см^2 находится $0,4$ моля идеального газа при температуре 300 К . Объем газа $8,31 \text{ Л}$. Поршень прикреплен к дну цилиндра нитью. На поршне в его середине закреплен точечный заряд $q = 10 \text{ мкКл}$. Цилиндр находится в однородном электрическом поле, направленном вертикально вниз. Определить напряженность этого поля, если натяжение нити равно 5 Н . Атмосферное давление $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. Трением между поршнем и стенками цилиндра пренебречь. (**Отв.:** 500 В/м).

14.102.* В открытом вертикальном цилиндре под невесомым поршнем площадью 5 см^2 находится идеальный газ. На поршне, в его середине, закреплен точечный заряд $q = 10 \text{ мКл}$. Определить давление газа после включения однородного электрического поля с напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$, направленного вертикально вниз. Атмосферное давление $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Трениям между поршнем и стенками цилиндра пренебречь. (**Отв.:** 120 кПа).

14.103.* Свинцовая пуля летит со скоростью 200 м/с и попадает в земляной вал. На сколько градусов нагреется пуля, если 78% кинетической энергии пули превращается во внутреннюю энергию? Удельная теплоемкость свинца равна $130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$. (**Отв.:** 120 К).

14.104.* В таящую лдыну попадает пуля, летящая со скоростью $v = 1 \text{ км/с}$. Масса пули 10 г . Считая, что 34% кинетической энергии превращается в теплоту и расходуется на плавление льда, найти, какое количество льда растаяло. Считать, что удельная теплота плавления льда $\lambda = 0,34 \text{ МДж/кг}$. (**Отв.:** 5 г).

14.105.* Электропаяльник за 46 с нагрел олово от температуры 32°C до температуры плавления 232°C , а затем еще за 1 мин

расплавил его. Найти удельную теплоемкость олова, если его удельная теплота плавления равна 60 кДж/кг . Теплообменом с окружающей средой пренебречь. (Отв.: $230 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$).

14.106.* Стальной осколок, падая с высоты 585 м , имел у поверхности Земли скорость 50 м/с . На сколько градусов нагрелся осколок, если считать, что вся работа сопротивления воздуха расходуется на нагревание осколка? Удельная теплоемкость стали равна $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$, $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 10 K).

14.107.** Свинцовая пуля массой $m = 10 \text{ г}$, летящая горизонтально со скоростью 100 м/с , попадает в деревянный брусок массой $M = 0,99 \text{ кг}$, подвешенный на длинной нити. На сколько градусов нагрелась пуля, если 65% выделенной при ударе теплоты расходуется на ее нагревание. Удельную теплоемкость свинца принять равной $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. (Отв.: $24,75 \text{ K}$).

14.108.** В цилиндрическом горизонтальном сосуде, закрытым толстым не теплопроводящим поршнем массой 95 г , находится газ. Перпендикулярно, в поршень попадает шарик массой 5 г , летящий со скоростью 200 м/с и застревает в нем. Найти изменение внутренней энергии газа, когда поршень остановится. Трением поршня о стенки сосуда и теплообменом через них пренебречь. (Отв.: 5 Дж).

14.109.** Стрелок, стоящий на гладком льду, производит выстрел в горизонтальном направлении. Масса стрелка вместе с ружьем $M = 76 \text{ кг}$, а масса пули $m = 10 \text{ г}$. При выстреле сгорает 2 г пороха. С какой скоростью начнет двигаться стрелок после выстрела, если КПД ружья 38% ? Удельная теплота сгорания пороха равна $3,8 \text{ МДж/кг}$. Считать $M/m + 1 \approx M/m$. (Отв.: $0,1 \text{ м/с}$).

14.110.** Стрелок, стоящий на гладком льду производит выстрел в горизонтальном направлении. Масса стрелка вместе с

Комбинированные задачи

ружьём $M = 76$ кг, а масса пули $m = 10$ г. При выстреле сгорает 2 г пороха. С какой скоростью вылетает пуля из ствола, если КПД ружья 38%? Удельная теплота сгорания пороха равна 3,8 МДж/кг. Считать $M/m + 1 \approx M/m$. (Отв.: 760 м/с).

14.111.** Найти на сколько увеличится расход бензина на пути 1 км при движении автомобиля массой 920 кг, если коэффициент трения увеличится с $\mu_1 = 0,01$ до $\mu_2 = 0,06$. КПД двигателя $\eta = 25\%$. Принять $g = 10$ м/с², удельная теплота сгорания бензина $q = 46$ МДж/кг. Считать движение в первом и втором случаях равномерным. (Отв.: 0,04 кг).

14.112.* Стержень длиной $l = 10$ см и массой $m = 100$ г подвешен на двух нитях и висит горизонтально. При пропускании тока силой $I = 5$ А по стержню, нити отклонились на угол $\alpha = 6^\circ$ от вертикали. Найти индукцию B вертикального магнитного поля, в которое помещен стержень. Принять $g = 10$ м/с², $\operatorname{tg} 6^\circ = 0,1$. (Отв.: 0,2 Тл).

14.113.* Проводник длиной $l = 1$ м и массой $m = 100$ г подвешен на двух нитях и висит горизонтально. Индукция вертикального однородного магнитного поля $B = 0,1$ Тл. Определить угол, на который отклоняются нити, если по проводнику течет ток силой $I = 10$ А. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 45°).

14.114.* Под влиянием однородного магнитного поля с индукцией 10,8 мТл в нем движется с ускорением 4 м/с² проводник сечением 2 мм². Проводник расположен перпендикулярно полю и по нему течет ток 2 А. Вычислить плотность проводника. (Отв.: 2700 кг/м³).

14.115.* В однородном горизонтальном магнитном поле падает с ускорением 6 м/с² горизонтальный прямолинейный проводник, по которому течет некоторый ток. Проводник расположен перпендикулярно полю. С каким ускорением будет падать проводник,

если изменить направление тока на обратное. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $13,6 \text{ м/с}^2$).

14.116.* В однородном горизонтальном магнитном поле находится в равновесии горизонтальный прямолинейный алюминиевый проводник с током 10 А , расположенный перпендикулярно полю. Определить индукцию поля, считая площадь поперечного сечения проводника равной 20 мм^2 . Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 . Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 . (Отв.: 54 мТл).

14.117.* Под влиянием однородного магнитного поля в нем движется с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$ прямолинейный алюминиевый проводник сечением 1 мм^2 . По проводнику течет ток 5 А и его направление перпендикулярно полю. Вычислить индукцию поля, если плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 . (Отв.: $0,108 \text{ мТл}$).

14.118.* В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 4 мТл падает с ускорением 6 м/с^2 горизонтальный алюминиевый проводник с током, расположенный перпендикулярно полю. Площадь поперечного сечения проводника равна 3 мм^2 . Определить силу тока в проводнике, если плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 . Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $5,13 \text{ А}$).

14.119.* В однородном горизонтальном магнитном поле поднимается с ускорением 3 м/с^2 горизонтальный проводник с током, расположенный перпендикулярно полю. С каким ускорением будет падать проводник, если изменить направление тока в нем на обратное. Ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $22,6 \text{ м/с}^2$).

14.120.** На горизонтальных рельсах, расстояние между которыми $l = 1 \text{ м}$, лежит стержень массой $m = 1 \text{ кг}$ перпендику-

Комбинированные задачи

лярно им. Рельсы и стержень находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Определить с каким ускорением a будет двигаться стержень при протекании по нему тока силой $I_2 = 10$ А, если он движется равномерно, когда по нему течет ток силой $I_1 = 5$ А. (Отв.: $2,5 \text{ м/с}^2$).

14.121.* На горизонтальных рельсах, расстояние между которыми $l = 1$ м, лежит стержень массой $m = 1$ кг перпендикулярно им. Рельсы и стержень находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл. Найти коэффициент трения стержня о рельсы μ , если известно, что он начинает двигаться при силе тока $I = 5$ А, пропускаемого по стержню. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $0,3$).

14.122.* Горизонтальный проводник длиной 2 м, находится в горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Силовые линии поля перпендикулярны проводнику. Какой силы ток следует пропустить по этому проводнику, чтобы он вместе с подвешенным к нему телом массой 1 кг поднимался вверх равномерно. Масса проводника составляет десятую часть массы тела. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 11 А).

14.123.* Горизонтальный проводник длиной 2 м находится в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл. Силовые линии поля перпендикулярны проводнику. Какой силы ток следует пропустить по проводнику, чтобы он вместе с подвешенным к нему телом массой $0,8$ кг поднимался вверх с ускорением $a = g/5$? Масса проводника составляет десятую часть массы груза. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: $8,8 \text{ А}$).

14.124.* На тележке, находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, собрана цепь из источника тока, амперметра и

фиксированного в поперечном положении относительно тележки горизонтального проводника длиной 1 м. Масса тележки с собранной цепью равна 150 г. Вертикально вверх возбуждено однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл. Определить ускорение тележки после включения тока, если амперметр показывает ток 1,5 А. Считать, что источник и соединительные провода находятся вне поля. (**Отв.:** 4 м/с²).

14.125.* На тележке, находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, собрана цепь из источника тока, амперметра и фиксированного в поперечном положении относительно тележки горизонтального проводника длиной 1 м. Масса тележки с собранной цепью равна 200 г. Вертикально вниз возбуждено однородное магнитное поле с индукцией 60 мТл. Определить с каким максимальным ускорением может двигаться тележка под действием силы 0,6 Н, если амперметр показывает ток 1 А. Считать, что источник и соединительные провода находятся вне поля. (**Отв.:** 3,3 м/с²).

14.126.* На тележке, находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, собрана цепь из источника тока, амперметра и фиксированного в поперечном положении относительно тележки горизонтального проводника длиной 1 м. Масса тележки с собранной цепью равна 150 г. Вертикально вниз возбуждено однородное магнитное поле. Определить индукцию этого поля, если под действием одной и той же силы тележка движется в одном направлении с ускорением 2 м/с², а в обратном – с ускорением 6 м/с². Амперметр показывает ток 1,5 А. Считать, что источник и соединительные провода находятся вне поля. (**Отв.:** 0,2 Тл).

14.127.** На тележке, находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, собрана цепь из источника тока, амперметра и

Комбинированные задачи

фиксированного в поперечном положении относительно тележки горизонтального проводника длиной 1 м. Масса тележки с собранной цепью равна 350 г. Вертикально вниз возбужденно однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл. Определить с каким минимальным ускорением может двигаться тележка под действием силы 1,5 Н, если амперметр показывает ток 2 А. Считать, что источник и соединительные провода находятся вне поля. (Отв.: 2 м/с^2).

14.128.** В однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл движется по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 2 м/с прямолинейный проводник длиной 1 м. Поле перпендикулярно проводнику и его скорости. Концы проводника соединены гибким проводом вне поля. Определить общее сопротивление цепи, если потребляемая мощность равна 4 Вт. (Отв.: 2,5 мОм).

14.129.** В однородном магнитном поле с индукцией 30 мТл движется по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью прямолинейный проводник длиной 1 м. Поле перпендикулярно проводнику и его скорости. Концы проводника соединены гибким проводом вне поля. Общее сопротивление цепи 3 мОм. Определить скорость проводника, если потребляемая мощность равна 24,3 Вт. (Отв.: 9 м/с).

14.130.** В однородном магнитном поле с индукцией 4 мТл движется по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 5 м/с прямолинейный проводник длиной 1 м. Поле перпендикулярно проводнику и его скорости. Концы проводника соединены гибким проводом вне поля. Общее сопротивление цепи 5 мОм. Определить мощность, требуемую для движения проводника. (Отв.: 80 мВт).

14.131.** Проволочная рамка площадью 20 см^2 расположена в однородном магнитном поле так, что линии индукции

перпендикулярны плоскости рамки. Найти количество теплоты, выделившееся к рамке за 100 с, если индукция магнитного поля начнет изменяться со скоростью 2 мТл/с. Сопротивление рамки равно 4 мОм. (Отв.: 0,4 мДж).

14.132.** Проводник массой 0,1 кг и длиной 1 м лежит на двух горизонтальных рейках, замкнутых на резистор сопротивлением 0,4 Ом. Система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл (см. рис. 14.13). Коэффициент трения между рейками и проводником $\mu = 0,1$. Какую горизонтальную силу следует приложить к проводнику, чтобы он двигался равномерно со скоростью 2 м/с? Сопротивлением реек и проводника пренебречь. $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,35 Н).

14.133.** Проводник массой 0,1 кг и длиной 1 м лежит на двух горизонтальных рейках, замкнутых на резистор сопротивлением 0,4 Ом. Вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл (см. рис. 14.13). Коэффициент

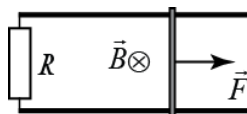


Рис. 14.13

трения между рейками и проводником $\mu = 0,1$. С какой скоростью будет двигаться проводник, если его тянуть с горизонтальной силой $F = 0,76 \text{ Н}$? Сопротивлением реек и проводника пренебречь. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 1,2 м/с).

14.134.** Проводник лежит на двух горизонтальных рейках, замкнутых на резистор. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 5 мТл (см. рис. 14.13). Под действием некоторой постоянной горизонтальной силы F проводник движется со скоростью 4,6 м/с. С какой скоростью будет двигаться проводник, если противоположно вектору \vec{F} в горизонтальной плоскости возбудить магнитное

Комбинированные задачи

поле с индукцией $B = 4$ мТл. Коэффициент трения проводника о рейки $\mu = 0,1$. Омическим сопротивлением реек и проводника пренебречь. (Отв.: 5 м/с).

14.135.** В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 60$ мТл находится вертикальная П-образная конструкция из толстых металлических стержней, перпендикулярная магнитному полю (см. рис. 14.14). По стержням, без нарушения контакта, свободно скользит проводник длиной $l = 50$ см, массой $m = 1$ г и сопротивлением $R = 0,9$ Ом. Определить с какой скоростью движется проводник. Принять $g = 10$ м/с². (Отв.: 10 м/с).

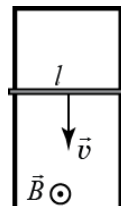


Рис. 14.14

14.136.** По двум гладким, замкнутым между собой металлическим шинам, установленным под углом 30° к горизонту, скользит проводник массой 10 г, длиной 0,5 м и сопротивлением $R = 0,4$ Ом. Система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, перпендикулярной плоскости, в которой перемещается проводник (см. рис. 14.15). Какой максимальной скорости достигнет проводник? Сопротивлением конструкции пренебречь. $g = 10$ м/с². (Отв.: 0,5 м/с).

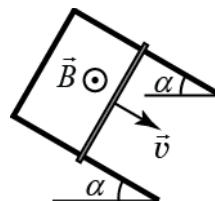


Рис. 14.15

14.137.** По двум, замкнутым между собой металлическим шинам, установленным под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, скользит проводник. Система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, перпендикулярном плоскости, в которой перемещается проводник (см. рис. 14.15). При каком значении индукции магнитного поля, направленного вдоль шин сверху вниз, проводник будет двигаться без трения? Сопротивлением

конструкции по сравнению с сопротивлением проводника пренебречь. Принять $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 0,68 Тл).

14.138.** По двум, замкнутым между собой металлическим шинам, установленных под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, скользит проводник массой 10 г, длиной 0,5 м и сопротивлением 0,4 Ом. Коэффициент трения $\mu = 0,1$. Система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, перпендикулярной плоскости, в которой перемещается проводник (см. рис. 14.15). Какой скорости достигнет проводник? Сопротивлением конструкции по сравнению с сопротивлением проводника пренебречь. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{3} = 1,7$. (Отв.: 0,415 м/с).

14.139.** Проводник длиной $l = 1$ м лежит на двух гладких горизонтальных шинах, расположенных в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. С какой установившейся скоростью (по модулю) будет двигаться проводник, когда к шинам подключить источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 0,5$ В (см. рис. 14.16). Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением шин пренебречь. (Отв.: 5 м/с).

14.140.* Проводник длиной $l = 1$ м, массой 20 г и сопротивлением 0,3 Ом лежит на двух горизонтальных шинах, расположенных в вертикальном магнитном поле (см. рис. 14.16). ЭДС источника тока 1 В, а его внутреннее

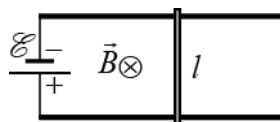


Рис. 14.16

сопротивление 0,2 Ом. Определить индукцию магнитного поля, при которой проводник придет в движение, если коэффициент трения проводника о шины равен 0,1. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,01 Тл).

Комбинированные задачи

14.141.** На двух горизонтальных рельсах, расстояние между которыми $l = 1$ м, лежит проводник массой $m = 0,5$ кг и сопротивлением $R = 2$ Ом. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,1$. Вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. *рис. 14.16*). Рельсы соединяют к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В. Пренебрегая сопротивлением рельсов, а также внутренним сопротивлением источника тока, определить с какой установившейся скоростью будет двигаться проводник. Принять $g = 9,8$ м/с². (**Отв.:** 2 м/с).

14.142.** В условиях задачи **14.141** определить мощность, развиваемую источником. (**Отв.:** 49 Вт).

14.143.** В условиях задачи **14.141** определить количество теплоты, выделяющейся в проводнике за секунду. (**Отв.:** 48,02 Вт).

14.144.** В условиях задачи **14.141** определить механическую мощность, развиваемую системой. (**Отв.:** 0,98 Вт).

14.145.* Выделившийся за 50 минут кислород при электролизе воды занимает объем $V = 16,58$ л при давлении $p = 2,49$ кПа и температуре 367°C . Определите силу тока в цепи, если электрохимический эквивалент кислорода $k = 8,29 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл, а его молярная масса $M = 32$ г/моль. Считать, что универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (**Отв.:** 10 А).

14.146.* При электролизе воды в течение времени $t = 25$ мин через ванну проходил ток силы $I = 20$ А. Какова температура выделившегося кислорода, если он занимает объем 8,29 л под давлением 24,9 кПа. Электрохимический эквивалент кислорода $k = 8,29 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл, молярная масса кислорода $M = 32$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (**Отв.:** 320 К).

14.147.* Электрический чайник содержащий 600 г воды при 9°C , сопротивление обмотки которого $R = 16 \text{ Ом}$, забыли выключить. Через сколько времени после включения чайника вся вода в нем выкипит? Удельная теплота парообразования воды $22,6 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, напряжение сети 160 В, КПД чайника $\eta = 60\%$. Удельная теплоемкость воды $c = 4000 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. (**Отв.:** 1640 с).

14.148.** Кипятильник имеет две одинаковые обмотки. Если обе обмотки включить в сеть параллельно, он нагреет воду за время 10 мин. За какое время он нагреет до той же температуры такое же количество воды, если обе обмотки включить последовательно? (**Отв.:** 40 мин).

14.149.* Сколько целых витков никелиновой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр диаметром 1,5 см, чтобы изготовить кипятильник, в котором за 10 минут закипает 1,2 кг воды, взятой при температуре 10°C ? КПД установки 60%, диаметр проволоки 0,2 мм, напряжение в сети 100 В, удельное сопротивление никелина $40 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. (**Отв.:** 13).

14.150.** Электрочайник содержит 742,5 г воды при 20°C . Через сколько минут закипает вода в чайнике, если длина нихромовой проволоки, образующей спираль нагревателя $l = 30 \text{ м}$, сечение 2 мм^2 и через спираль течет ток $I = 4 \text{ А}$. Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Потери составляют 20%. Удельную теплоемкость воды принять равной $c = 4 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. (**Отв.:** 18,75 мин).

14.151.* С помощью нагревательной спирали сопротивлением 2 Ом, подключенной к аккумулятору с ЭДС 35 В и внутренним сопротивлением 3 Ом, нагревают воду в теплоизолированном

Комбинированные задачи

закрытом сосуде. Определить приращение внутренней энергии воды за 30 с. (Отв.: 2,94 кДж).

14.152.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения невесомым поршнем площадью 100 см^2 . Газ в цилиндре нагревают спиралью сопротивлением 2 Ом. Определить силу тока в спирали, если за время 30 с внутренняя энергия газа возросла на 760 Дж, а поршень сместился на 0,2 м. Атмосферное давление равно 100 кПа. (Отв.: 4 А).

14.153.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения невесомым поршнем площадью 100 см^2 . Газ в цилиндре нагревают спиралью сопротивлением 2 Ом, подключенной к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением 1 Ом. Определить на сколько сместиться поршень за 30 с, если за это время внутренняя энергия газа возросла на 760 Дж. Атмосферное давление равно 100 кПа. (Отв.: 0,2 м).

14.154.* В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения поршнем массой 1 кг. Поршню сообщили скорость 10 м/с, направленную как указано на *рисунке 14.17*. Определить максимальное приращение внутренней энергии газа. (Отв.: 50 Дж).

14.155.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения поршнем массой 1 кг. В некоторый момент времени поршню сообщили скорость $v=10 \text{ м/с}$,

направленную как указано на *рисунке 14.17*. Определить приращение внутренней энергии газа к моменту времени, когда скорость поршня уменьшится вдвое. (Отв.: 37,5 Дж).

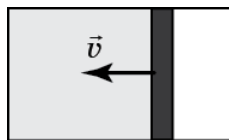


Fig. 14.17

14.156.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения невесомым поршнем площадью 100 см^2 . Газ в цилиндре нагревают спиралью сопротивлением 2 Ом , подключенной к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением 1 Ом . Спустя 30 с после начала нагревания поршень сместился на расстояние $0,2 \text{ м}$. Определить приращение внутренней энергии, принимая атмосферное давление равным 100 кПа . (Отв.: 760 Дж).

14.157.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения невесомым поршнем. Газ в цилиндре нагревают спиралью сопротивлением 2 Ом , подключенной к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением 1 Ом . Определить выполненную газом работу за 30 с , если за это время внутренняя энергия газа возросла на 760 Дж . (Отв.: 200 Дж).

14.158.** В запаянном с одного конца теплоизолированном горизонтально лежащем цилиндре некоторая масса газа отделена от атмосферы скользящим без трения невесомым поршнем площадью 100 см^2 . Газ в цилиндре нагревают спиралью, подключенной к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$. За 30 с после начала нагревания поршень сместился на $0,2 \text{ м}$, а внутренняя энергия возросла на 760 Дж .

Комбинированные задачи

Определить сопротивление нагревательной спирали R (удовлетворяющее условию $R > r$), если атмосферное давление равно 100 кПа. (Отв.: 2 Ом).

14.159.** С помощью нагревательной спирали сопротивлением $R = 2,1$ Ом подключенной к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 39,2$ В, нагревают воду массой $m = 980$ г. За 10 мин вода нагрелась на $\Delta t = 29,4^\circ\text{C}$. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К). (Отв.: 1,9 Ом).

14.160.** На тележке закреплена горизонтальная трубка, в закрытый конец которой впаяна нагревательная спираль с сопротивлением 0,5 Ом. В трубке налито небольшое количество воды, и она закрыта пробкой массой $m = 40$ г. Спустя 1 с после подключения спирали и источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,5$ Ом происходит выстрел пробки. Масса тележки с трубкой без пробки $M = 0,6$ кг. Считая, что 60% выделившейся тепловой энергии переходит в механическую, определить скорость тележки после выстрела. (Отв.: 3 м/с).

14.161.** На тележке закреплена горизонтальная трубка, в закрытый конец которой впаяна нагревательная спираль с сопротивлением 0,5 Ом. В трубку налито небольшое количество воды, и она закрыта пробкой массой 40 г. Спустя 1 с после подключения спирали к источнику тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом происходит выстрел пробки. Масса тележки с трубкой без пробки 0,6 кг. Считая, что 60% выделившейся тепловой энергии переходит в механическую энергию, определить с какой скоростью вылетает пробка. (Отв.: 45 м/с).

14.162.** На тележке, под углом 60° к горизонту, закреплена трубка, в закрытый конец которой впаяна нагревательная спираль с сопротивлением 0,5 Ом. В трубке налито небольшое

количество воды, и она закрыта пробкой массой 40 г. Спустя 1 с после подключения спирали к источнику тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом происходит выстрел пробки. Масса тележки с трубкой без пробки 0,64 кг. Считая, что 65% выделившейся тепловой энергии переходит в механическую энергию, определить с какой скоростью вылетает пробка. (Отв.: 36 м/с).

14.163.** На тележке, под углом 60° к горизонту, закреплена трубка, в закрытый конец которой впаяна нагревательная спираль с сопротивлением 0,5 Ом. В трубку налито небольшое количество воды, и она закрыта пробкой массой 40 г. Спустя 1 с после подключения спирали к источнику тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом происходит выстрел пробки. Масса тележки с трубкой без пробки 0,64 кг. Считая, что 65% выделившейся тепловой энергии переходит в механическую энергию, определить скорость тележки после выстрела. (Отв.: 1,125 м/с).

14.164.* Трамвайный вагон с прицепом потребляет ток 110 А при напряжении 600 В и развивает силу тяги 3000 Н. Определить скорость движения трамвая на горизонтальном участке пути, если КПД электроустановки 60%. (Отв.: 13,2 м/с).

14.165.* Лифт массой 2160 кг поднимается равномерно на высоту 25 м в течение 40 с. КПД электрической установки лифта 60%. Сколько стоит один подъем на эту высоту, если 1 кВт·час электроэнергии стоит 2 лея. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Отв.: 0,5 лей).

14.166.** Машина, движущаяся со скоростью 36 км/час фотографируется с расстояния $d = 200 \text{ м}$. Определить экспозицию, с которой производилось фотографирование, если изображение на пленке сместилось на 0,1 мм. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата $F = 5 \text{ см}$. (F по сравнению с d пренебречь). (Отв.: 0,04 с).