

Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 9 класс

Вариант 1

Задача 1

Бильярдный шар, катящийся по столу перпендикулярно бортику со скоростью $v = 0,5$ м/с, после удара о борт покатился назад со скоростью $u = 0,4$ м/с и вернулся в исходную точку через время $T = 1,8$ с. Каково расстояние от исходной точки до бортика? Ответ укажите в м, округлив до десятых.

Ответ: 0,4 м

Задача 2

В воде плавает кусок льда массой $M = 0,1$ кг, в который вмерзла дробишка массой 5 г. Какое минимальное количество тепла необходимо затратить, чтобы дробишка начала тонуть? $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, $t_{\text{воды}} = 0$ °С, $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³, $\rho_{\text{д}} = 11,3$ г/см³. Ответ укажите в кДж, округлив до десятых.

Ответ: 19,5.

Задача 3

Петя собрал железную дорогу и установил на нее поезд, состоящий из трёх вагонов: двух пассажирских и одного почтового. Массы вагонов одинаковы и равны 250 г. Локомотив движется с ускорением 0,5 см/с². Так как у Пети сломаны соединения, он связал вагоны ниткой, причём сила натяжения нити между первым и вторым вагоном в 3,5 раза больше, чем между вторым и третьим. Сестра Пети положила в почтовый вагон, который находится в середине состава, неизвестное количество конфет. Помогите Пете определить массу конфет, которую положила в вагон его сестра. Трением в системе можно пренебречь. Ответ укажите в граммах, округлив значение до целых.

Ответ: 375 г.

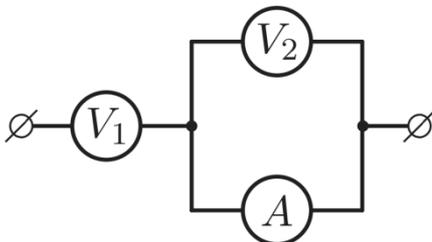
Задача 4

Палка, стоящая вертикально на горизонтальной площадке, освещаемой солнечным светом, имеет высоту $h = 1,2$ м и отбрасывает тень длиной $L = 0,9$ м. Палку начинают медленно наклонять в направлении отбрасываемой ею тени так, что ее нижний конец не сдвигается с места. Длина тени при этом до определенного момента увеличивается, а потом начинает уменьшаться. Чему была равна максимальная длина тени от палки? Ответ укажите в метрах, округлив до десятых.

Ответ: 1,5.

Задача 5

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке 3, подключена к батарее. Одинаковые вольтметры V_1 и V_2 показывают напряжения $U_1 = 1\text{ В}$ и $U_2 = 0,1\text{ В}$, а амперметр A показывает силу тока 1 мА . Найдите сопротивление вольтметров. Ответ укажите в Ом.



Ответ: 900.

Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 9 класс

Вариант 2

Задача 1

Бильярдный шар, катящийся по столу перпендикулярно бортику со скоростью $v = 0,6$ м/с, после удара о борт покатился назад со скоростью $u = 0,3$ м/с и вернулся в исходную точку через время $T = 1,5$ с. Каково расстояние от исходной точки до бортика?

Задача 2

В воде плавает кусок льда массой $M = 0,3$ кг в который вмерзла дробинка массой 10 г. Какое количество тепла необходимо затратить, чтобы дробинка начала тонуть? $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, $t_{\text{воды}} = 0$ °С, $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³, $\rho_{\text{д}} = 11,3$ г/см³

Задача 3

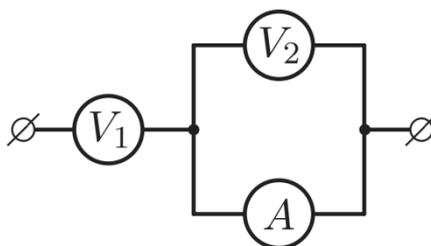
Петя собрал железную дорогу и установил на нее поезд, состоящий из 3-х вагонов: двух пассажирских и одного почтового. Массы вагонов одинаковы и равны 200 г. Локомотив движется с ускорением $0,3$ см/с². Так как у Пети сломаны соединения, он связал вагоны ниткой, причем сила натяжения нити между первым и вторым вагоном в 3,5 раза больше, чем между вторым и третьим. Сестра Пети положила в почтовый вагон, который находится в середине состава, неизвестное количество конфет. Помогите Пете определить массу конфет, которую положила в вагон его сестра. Трением в системе можно пренебречь.

Задача 4

Палка, стоящая вертикально на горизонтальной площадке, освещаемой солнечным светом, имеет высоту $h = 0,4$ м и отбрасывает тень длиной $L = 0,3$ м. Палку начинают медленно наклонять в направлении отбрасываемой ею тени так, что ее нижний конец не сдвигается с места. Длина тени при этом до определенного момента увеличивается, а потом начинает уменьшаться. Чему была равна максимальная длина тени от палки?

Задача 5

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке 3, подключена к батарейке. Вольтметры V_1 и V_2 показывают напряжения $U_1 = 1$ В и $U_2 = 0,2$ В, а амперметр A показывает силу тока 1 мА. Найдите сопротивления приборов. Вольтметры считать одинаковыми.



Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 9 класс

Решения

Задача 1

Бильярдный шар, катящийся по столу перпендикулярно бортику со скоростью $v = 0,5\text{ м/с}$, после удара о борт покатился назад со скоростью $u = 0,4\text{ м/с}$ и вернулся в исходную точку через время $T = 1,8\text{ с}$. Каково расстояние от исходной точки до бортика?

Решение:

Время, которое шар затратил на перемещение из исходной точки и обратно можно представить как сумму времени на перемещение до удара и после:

$$T = \frac{L}{v} + \frac{L}{u}$$

где L это расстояние от исходной точки до бортика. Выражая L получим:

$$L = T \cdot \frac{vu}{v + u}$$

Ответ: B1) $L = 0,4\text{ м}$ B2) $L = 0,3\text{ м}$

Задача 2

В воде плавает кусок льда массой $M = 0,1\text{ кг}$ в который вмерзла дробинка массой 5 г . Какое минимальное количество тепла необходимо затратить, чтобы дробинка начала тонуть? $\lambda = 3,3 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$, $t_{\text{воды}} = 0\text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{л}} = 0,9\text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{д}} = 11,3\text{ г/см}^3$

Решение:

Чтобы дробинка начала тонуть нет необходимости, чтобы растаял весь лед. Достаточно, чтобы средняя плотность льда с дробинкой стала равной плотности воды. Если массу оставшегося при этом льда обозначить как M_1 , то условие того, что дробинка начнет тонуть запишется как:

$$\frac{M_1 + m}{V} = \rho_{\text{в}}, \text{ но } V = \frac{M_1}{\rho_{\text{л}}} + \frac{m}{\rho_{\text{д}}}$$

следовательно

$$M_1 + m = \rho_{\text{в}} \left(\frac{M_1}{\rho_{\text{л}}} + \frac{m}{\rho_{\text{д}}} \right)$$

$$M_1 = m \frac{(\rho_{\text{д}} - \rho_{\text{в}})\rho_{\text{л}}}{(\rho_{\text{д}} - \rho_{\text{л}})\rho_{\text{д}}}$$

Растаять должна масса льда

$$\Delta M = M - M_1$$

Таким образом, необходимо затратить количество теплоты:

$$Q = \lambda \Delta M$$

Ответ: B1) $Q = 19,5$ кДж B2) $Q = 71,9$ кДж

Задача 3

Петя собрал железную дорогу и установил на нее поезд, состоящий из 3-х вагонов: двух пассажирских и одного почтового. Массы вагонов одинаковы и равны 250 г. Локомотив движется с ускорением $0,5 \text{ см/с}^2$. Так как у Пети сломаны соединения, он связал вагоны ниткой, причем сила натяжения нити между первым и вторым вагоном в 3,5 раза больше, чем между вторым и третьим. Сестра Пети положила в почтовый вагон, который находится в середине состава, неизвестное количество конфет. Помогите Пете определить массу конфет, которую положила в вагон его сестра. Трением в системе можно пренебречь.

Решение:

Рассматриваемая система состоит из трех тел разной массы, движущихся по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы F (рис. 1).

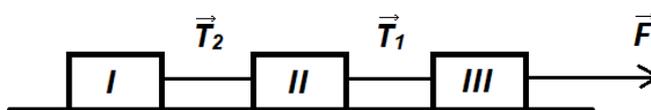


Рис. 1

В системе действуют силы натяжения нитей T_1 и T_2 , соответственно. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в системе в проекции на горизонтальную ось:

$$I: m_{\text{ваг}} a = T_2$$

$$II: m_2 a = T_1 - T_2$$

Из условия задачи определим силу T_1

$$T_1 = 3,5T_2$$

Масса среднего вагона складывается из массы самого вагона и неизвестной массы конфет m

$$m_2 = m_{\text{ваг}} + m$$

$$(m_{\text{ваг}} + m)a = 3,5T_2 - T_2$$

$$(m_{\text{ваг}} + m)a = 2,5T_2$$

$$(m_{\text{ваг}} + m)a = 2,5m_{\text{ваг}}a$$

$$m_{\text{ваг}} + m = 2,5m_{\text{ваг}}$$

$$m = 2,5m_{\text{ваг}} - m_{\text{ваг}}$$

$$m = 1,5m_{\text{ваг}}$$

Ответ: B1) $m = 375$ г B2) $m = 300$ г

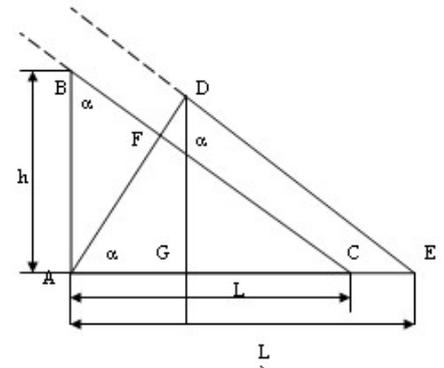
Задача 4

Палка, стоящая вертикально на горизонтальной площадке, освещаемой солнечным светом, имеет высоту h и отбрасывает тень длиной L . Палку начинают медленно

наклонять в направлении отбрасываемой ею тени так, что ее нижний конец не сдвигается с места. Длина тени при этом до определенного момента увеличивается, а потом начинает уменьшаться. Чему была равна максимальная длина тени от палки?

Решение:

Так как лучи солнца параллельны, а длина палки не изменяется ($AB=AD$, $\angle ABC=\angle EDG$, $\angle AFB=\angle EGD=90^\circ$), то прямоугольные треугольники $\triangle ABC=\triangle ADE$ (по стороне и двум углам). Таким образом, сторона треугольника AE – максимальная длина тени от палки, является гипотенузой прямоугольного треугольника ADE и равна:

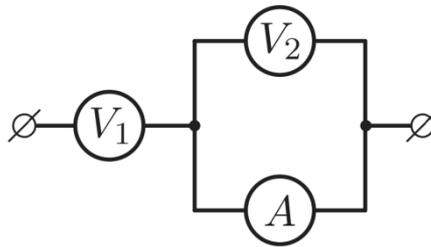


$$AE = BC = \sqrt{AB^2 + AC^2} = \sqrt{L^2 + h^2}$$

Ответ: B1) 1,5 м B2) 0,5 м

Задача 5

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке 3, подключена к батарейке. Вольтметры V_1 и V_2 показывают напряжения $U_1 = 1\text{ В}$ и $U_2 = 0,1\text{ В}$, а амперметр A показывает силу тока 1 мА . Найдите сопротивления приборов. Вольтметры считать одинаковыми.



Решение:

Напряжение на вольтметре V_2 и на амперметре одинаковое, т.к. приборы включены параллельно, следовательно

$$R_A = \frac{U_2}{I}$$

Ток в общей цепи равен:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_V}$$

При этом

$$I_1 = \frac{U_2}{R_V} + I$$

$$\frac{U_1}{R_V} = \frac{U_2}{R_V} + I$$

$$R_V = \frac{U_1 - U_2}{I}$$

Ответ: B1) 900 Ом B2) 800 Ом