

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/см<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{д}} = 11,3$  г/см<sup>3</sup>. 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/с<sup>2</sup>. 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.*

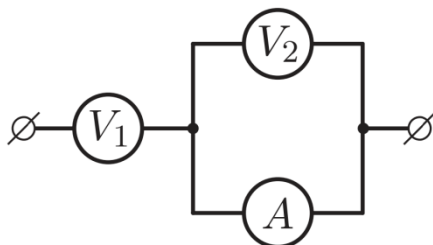
Задача 4

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  $1\text{ мА}$ . 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/см<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{д}} = 11,3$  г/см<sup>3</sup>

Задача 3

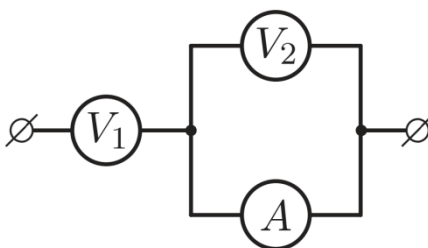
Петя собрал железную дорогу и установил на нее поезд, состоящий из 3-х вагонов: двух пассажирских и одного почтового. Массы вагонов одинаковы и равны 200 г. Локомотив движется с ускорением  $0,3$  см/с<sup>2</sup>. Так как у Пети сломаны соединения, он связал вагоны ниткой, причем сила натяжения нити 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. Выразая  $L$  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  $5\text{ г}$ . 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).

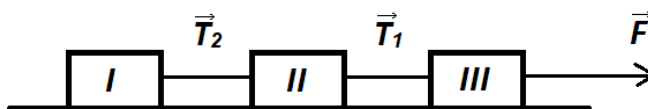


Рис. 1

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

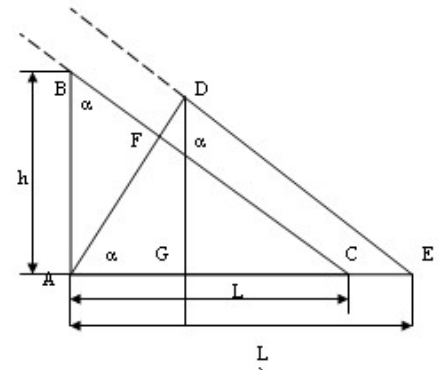
### Задача 4

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:

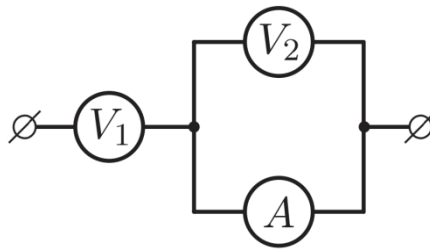


$$AE = BC = \sqrt{AB^2 + AC^2} = \sqrt{L^2 + h^2}$$

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  $1\text{ мА}$ . 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*