

**Олимпиада по физике 11 класс
60 минут**

Задача № 1

Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, в то время как давлением пальца дверь легко открыть, а проделать отверстие невозможно?

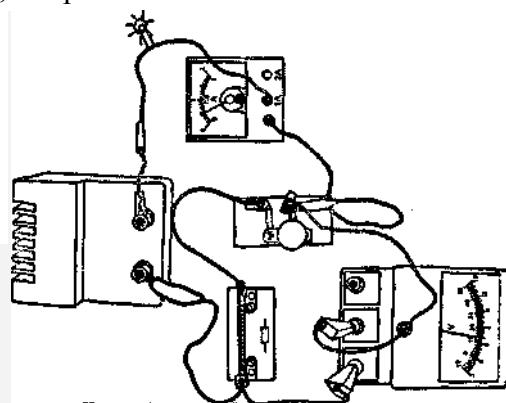
Задача № 2

Вес куска стекла в воде 1,5 Н. Определить его массу. Плотность стекла 2500 кг/м³.

Задача № 3

По фотографии определена сила тока: $I = 0,17 \text{ А}$, напряжение 4 В

На рисунке показана собранная электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора сопротивлением $R = 9 \text{ Ом}$, лампочки, амперметра, вольтметра и ключа. Показание амперметра 0,17 А, вольтметра - 4 В. Определите мощность лампочки в указанном режиме работы.



Задача № 4

Алюминиевый калориметр массой 100 г, находящийся при комнатной температуре 18 °С, наполнен 120 г воды. В него бросают раскаленный до 700 °С никелевый шарик массой 50 г. При этом испарилось 2 г воды. Определите изначальную температуру воды, если после установления теплового баланса температура всей системы стала равной 1000 С. Потерями тепла пренебречь.

Задача № 5

Брусок массой $M = 2,3 \text{ кг}$ и шарик массой m связаны между собой невесомой и нерастяжимой нитью как показано на рисунке. Брусок находится на плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонталью. Коэффициент трения между плоскостью и телом $\mu = 0,1$. Чему равно минимальное значение массы m , при которой брусок с нулевой начальной скоростью начинает двигаться вверх?



Олимпиада по физике 11 класс
ОТВЕТЫ
Максимально 20 баллов

Задача № 1

Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, в то время как давлением пальца дверь легко открыть, а проделать отверстие невозможно?

Содержание верного решения задачи и указания по оцениванию:

Время столкновения пули с дверью мало. За это время деформация не успевает распространиться на большие расстояния. Поэтому импульс, теряемый пулей, передается сравнительно небольшому участку двери и пуля пробивает в ней небольшое отверстие.

Критерии оценивания:

1) В решении учтено малое время столкновения пули с дверью.

2) В решении учтена связь импульса с деформацией двери.

<i>Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы</i>	<u>2</u>
<i>Решение включает только 2-й из приведенных выше элементов.</i>	<u>1</u>
<i>Представлен правильно только первый элемент.</i>	<u>1</u>
<i>Неверное решение</i>	<u>0</u>
<i>Максимальный балл</i>	<u>2</u>

Задача № 2

Вес куска стекла в воде 1,5 Н. Определить его массу. Плотность стекла 2500 кг/м³.

Содержание верного решения задачи и указания по оцениванию:

Архимедова сила, действующая на кусок стекла, равна разности веса в воздухе и в воде.

$F_{арх.} = P_1 - P_2$, где P_1 - вес в воздухе, P_2 - вес стекла в воде.

$F_{арх.} = \rho g V$, $V = m/\rho$, $\rho_{в.гмс} / \rho_{с} = m_{сг} - P_2$. Отсюда определяем массу стекла:

$$m = P_2 / g(1 - \rho_{в.} / \rho_{с})$$

Ответ: 250 г.

Критерии оценивания:

1) Верно записано выражение архимедовой силы

2) Верно записана формула архимедовой силы

3) Верно записана формула объема стекла

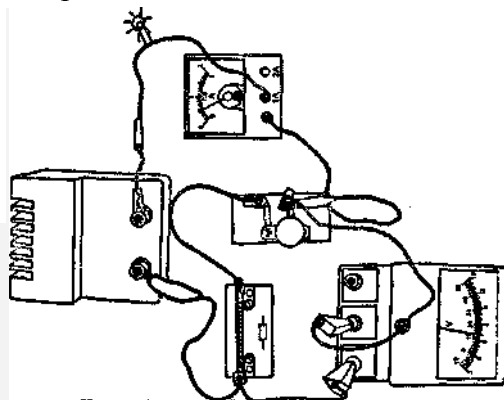
4) Правильно сделаны преобразования и выведена формула для массы стекла

<i>Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы</i>	<u>4</u>
<i>Решение включает 1-й, 2 и 3-й из приведенных выше элементов</i>	<u>3</u>
<i>Представлен правильно только 1-й или 2-й элемент</i>	<u>1</u>
<i>Неверное решение</i>	<u>0</u>
<i>Максимальный балл</i>	<u>4</u>

Задача № 3

По фотографии определена сила тока: $I=0,17\text{A}$, напряжение 4V

На рисунке показана собранная электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора сопротивлением $R = 9\text{ Ом}$, лампочки, амперметра, вольтметра и ключа. Показание амперметра $0,17\text{ A}$, вольтметра - 4 В Определите мощность лампочки в указанном режиме работы.



Содержание верного решения задачи и указания по оцениванию:

(допускается иная запись или ход решения, приводящие к правильному ответу)

Элементы ответа:

- 1) Записана формула для расчета мощности лампочки: $P = RI^2$
- 2) Определена сила тока в лампочке при последовательном соединении
- 3) Так как лампочка и резистор соединены **последовательно**, то справедливо соотношение: $R = R_l + R_p$
- 4) Верно записано выражение для напряжения на лампе $U = (R_l + R_p)I$
- 5) Верно записано сопротивление лампы $R_l = U/I - R_p$
- 6) Решена система уравнений и получено численное значение ответа:

$$P = (U/I - R_p)I^2 = (4/0,17 - 9)0,17^2 = 0,4 \text{ Вт. Ответ: } 0,4 \text{ Вт.}$$

Критерии оценивания:

<u>Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы</u>	<u>6</u>
<u>Решение включает с 1 по 5-й из приведенных выше элементов</u>	<u>5</u>
<u>Представлен правильно только 1-й, 2-й или 3-й элемент</u>	<u>1</u>
Неверное решение	0
Максимальный балл	6

Задача № 4

Алюминиевый калориметр массой 100 г , находящийся при комнатной температуре $18\text{ }^\circ\text{C}$, наполнен 120 г воды. В него бросают раскаленный до $700\text{ }^\circ\text{C}$ никелевый шарик массой 50 г . При этом испарилось 2 г воды. Определите изначальную температуру воды, если после установления теплового баланса температура всей системы стала равной 1000 C . Потерями тепла пренебречь.

Критерии оценивания:

<u>Решение правильное и полное, включающее все приведенные элементы</u>	<u>8</u>
<u>Решение включает 2-й, 3-й, 4-й и 5-й из приведенных выше элементов</u>	<u>4</u>
<u>Представлен правильно только 6-й и 8-й элемент</u>	<u>2</u>
Неверное решение	0
Максимальный балл	8

Для решения задачи необходимо использовать справочные материалы.

Содержание верного решения задачи и указания по оцениванию:

- 1.) Записано уравнение теплового баланса для всей системы в общем виде:

$$Q_{\text{нагр. воды}} + Q_{\text{калор.}} + Q_{\text{испар. воды}} = Q_{\text{шарика}}$$

2.) Правильно записана формула для вычисления количества теплоты, отданного железным шариком для нагревания остальных элементов термодинамической системы до конечной температуры

$$t_{\text{кон.}} = 100^{\circ}\text{C}, Q_{\text{шарика}} = C_{\text{ш}} m_{\text{ш}} (t_{\text{нач.}} - t_{\text{кон.}})$$

3.) Правильно записана формула для вычисления количества теплоты, полученного водой при установлении теплового равновесия в системе:

$$Q = C m (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}), \text{ где } m - \text{ начальная масса воды}$$

4.) Правильно записана формула для вычисления количества теплоты, полученного калориметром при установлении теплового равновесия в системе:

$$Q_{\text{к.}} = C m (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}), \text{ где } t_{\text{нач.}} - \text{ начальная температура калориметра}$$

5.) Правильно записана формула для вычисления количества теплоты, полученного испарившейся водой:

$$Q_{\text{пар.}} = r m_{\text{пара}}$$

6.) Записано окончательное уравнение

$$t_{\text{нач. воды}} = t_{\text{кон.}} - (C_{\text{шар.}} m_{\text{шар.}} (t_{\text{нач.}} - t_{\text{кон.}}) - C_{\text{кал.}} m_{\text{кал.}} (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}) - r m_{\text{пара}}) / C_{\text{в.}} m_{\text{в.}}$$

7) правильно использованы справочные данные

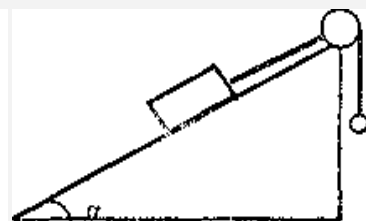
8) получен окончательный ответ:

$$t_{\text{нач. воды}} = 100 - [500 * 0,05 * 600 - (920 * 0,1 * 82 + 2300000 * 2 * 10^{-3}) / 4200 * 0,12] \approx 94(^{\circ}\text{C})$$

Отв.: 94°C

Задача № 5

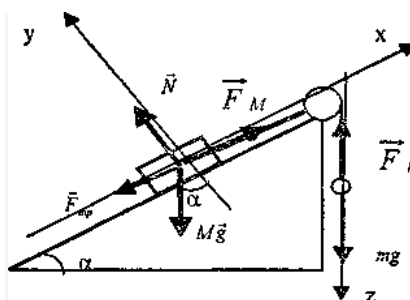
Брусок массой $M = 2,3$ кг и шарик массой m связаны между собой невесомой и нерастяжимой нитью как показано на рисунке. Брусок находится на плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонталью. Коэффициент трения между плоскостью и телом $\mu = 0,1$. Чему равно минимальное значение массы m , при которой брусок с нулевой начальной скоростью начинает двигаться вверх?



Содержание верного решения задачи и указания по оцениванию:

- 1) Рисунок обязателен. На рисунке должны быть представлены системы отсчета для каждого из тел и *все силы, действующие на брусок и*
- 2) на шарик для случая, когда брусок скользит вверх
- 3) Применен третий закон Ньютона, согласно которому силы упругости, действующие на связанные между собой тела, равны по модулю:

$$F_M = F_m = F$$
- 4) Отмечено, что тела связаны нерастяжимой нитью, поэтому их ускорения по модулю равны:



$$a_M = a_m = a$$

- 5) Записан второй закон Ньютона для бруска: $N + F_{тр} + Mg + FM = Ma_m$ и

б) для шарика: $mg + F_m = ma_m$ 7) спроецированы все силы на координатные оси и получена система уравнений для минимального значения m , когда тело вот-вот начнет двигаться вверх,

$$mg - F = 0$$

$$F - F_{тр} - Mg \sin \alpha = 0$$

$$N - Mg \cos \alpha = 0$$

- 8) поэтому сила трения равна силе трения скольжения:

$$F_{тр} = \mu N$$

- 9) Решена система уравнений и 10) получен правильный численный ответ:

$$m = M(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 2,3 \cdot 0,707(0,1 + 1) = 1,789 \text{ (кг)} \approx 1,8 \text{ кг}$$

Ответ: брусок будет двигаться вверх при минимальном значении $m = 1,8$ кг

Критерии оценивания:

Решение включает с 1 по 6 из приведённых выше элементов	6
Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше элементы	10
Решение включает 1-й и 2-й из приведенных выше элементов.	2
Представлен правильно только первый элемент.	1
Неверное решение	0
Максимальный балл	10