

Дано:
 $T_1 = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$
 $T_2 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
 $m_1 = 500\text{г} = 0.5\text{кг}$
 Найти:
 $m_2 = ?$
 Решение:

КПД идеальной тепловой машины Карно:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \text{ где:}$$

T_1 - температура нагревателя;
 T_2 - температура холодильника;
 Q_1 - количество теплоты, необходимое для испарения воды;
 Q_2 - количество теплоты, выделенное при замерзании воды.

Тогда:
 $(Q_1 - Q_2)T_1 = Q_1(T_1 - T_2)$

$$Q_1 T_1 - Q_2 T_1 = Q_1 T_1 - Q_1 T_2$$

$$Q_2 = \frac{Q_1 T_2}{T_1} \quad (1)$$

Количество теплоты, необходимое для испарения воды:

$$Q_1 = \nu \cdot m_1 \quad (2)$$

Количество теплоты, необходимое для замерзания воды:

$$Q_2 = \lambda \cdot m_2 \quad (3)$$

Подставим (3) и (2) в (1):

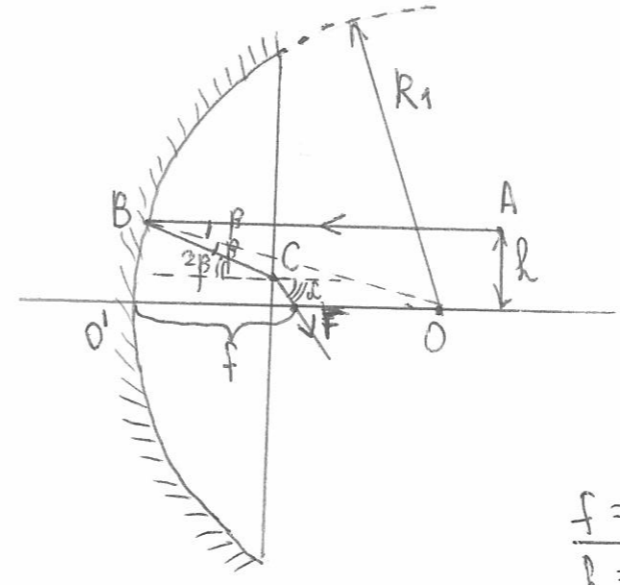
$$\lambda \cdot m_2 = \frac{T_2 \cdot \nu \cdot m_1}{T_1}$$

$$m_2 = \frac{T_2 \cdot \nu \cdot m_1}{T_1 \cdot \lambda} = \frac{273\text{K} \cdot 226 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0.5\text{кг}}{373\text{K} \cdot 335 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 247.247\text{кг}$$

Ответ: $m_2 \approx 247\text{кг}$.

Дано:
 $R_1 = 60\text{см}$
 $d = 25\text{см}$
 $n = 1.5$
 Найти:
 $D = ?$
 $\Gamma = ?$
 Решение:

Найдем фокусное расстояние плоскоцилиндрической линзы с посеребрением. Предположим, что на линзу падает луч $AB \parallel OO'$, находящийся на расстоянии h от OO' . В точке B луч падает на посеребренную поверхность под углом β и отражается от нее под углом β .



На рисунке показана линза из прозрачного вещества с показателем преломления n . Луч падает на нее под углом β (точка C) и отражается от нее под углом β . Луч преломляется от точки C в точку F . $O'F = f$ - фокусное расстояние линзы. По закону преломления света:
 $\sin \alpha = n \cdot \sin(\alpha - \beta) \quad (1)$

Учитывая, что углы α и β малы, применим $\sin \alpha \approx \alpha$ и $\sin(\alpha - \beta) \approx \alpha - \beta$. Тогда (1) примет вид:
 $\alpha = n \cdot 2\beta \quad (2)$

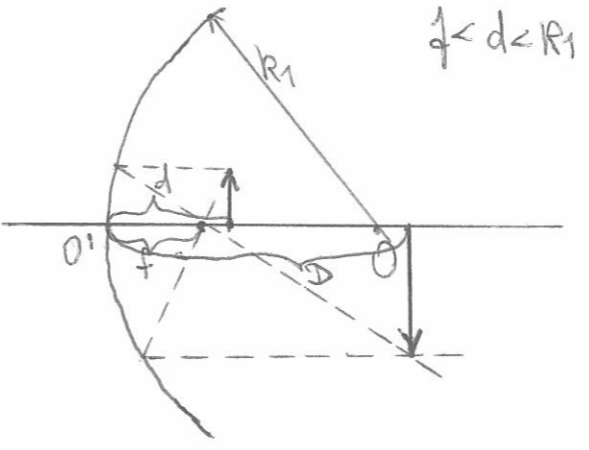
П.к. углы α и β малы, то:

$$f = \frac{h}{\alpha} \quad (3)$$

$$h = \beta \cdot R_1 \quad (4)$$

Подставим (2) и (4) в (3):

$$f = \frac{\beta \cdot R_1}{n \cdot 2\beta} = \frac{R_1}{2n} = \frac{60\text{см}}{2 \cdot 1.5} = 20\text{см}$$



$$d < R_1$$

Изображение предмета будет действительным, перевернутым и увеличенным.

По формуле сферического зеркала:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{D} = \frac{1}{f}, \text{ где } D \text{ - расстояние от зеркала до изображения.}$$

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25} = \frac{1}{100}$$

$$D = 100\text{см}$$

Увеличение:

$$\Gamma = \frac{D}{d} = \frac{100\text{см}}{25\text{см}} = 4$$

Ответ: $D = 100\text{см}$; $\Gamma = 4$.



Олимпиада школьников
Звезда таланты
на службе обороны
и безопасности



Шифр P-11-6

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы								

Ответ: $V \approx 4,65 \frac{\mu\text{A}}{\text{C}}$.

Дано:

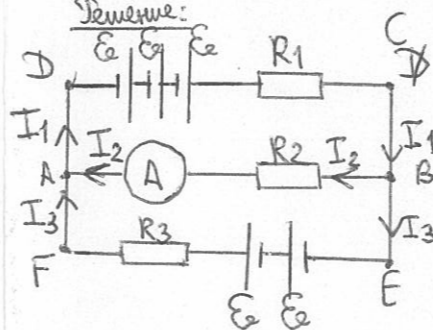
$$\mathcal{E}_2 = 1,5 \text{ В}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

Найти:

$$I_A = ?$$

Решение:



В схеме 2 узла (A и B). Ток I_2 течет через амперметр, как показано на рисунке. Тогда по I правилу Кирхгофа для узлов A и B:

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (1)$$

По второму правилу Кирхгофа для контуров ADCB и FDCE:

$$\begin{cases} ADCB: 3\mathcal{E}_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 \\ FDCE: 5\mathcal{E}_2 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \end{cases}$$

из (1), (2) и (3):

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ 3\mathcal{E}_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 \\ 5\mathcal{E}_2 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \end{cases}$$

П.к. $R_1 = R_2 = R_3 = R = 10 \text{ Ом}$, $\mathcal{E}_2 = 1,5 \text{ В}$, то:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ 4,5 = 10(I_1 + I_2) \\ 7,5 = 10(I_1 + I_3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ I_1 + I_2 = 0,45 \\ I_1 + I_3 = 0,75 \end{cases}$$

$$2I_2 + I_3 = 0,45 \quad | \cdot 2$$

$$I_2 + 2I_3 = 0,9$$

$$3I_2 = 0,15$$

$$I_2 = 0,05 \text{ А}$$

Этот ток I_2 течет через амперметр и амперметр показывает:

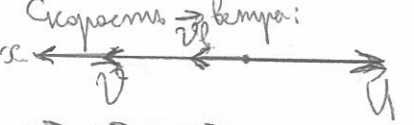
$$I_A = 50 \mu\text{A}$$

Ответ: $I_A = 0,05 \text{ А} = 50 \mu\text{А}$.

15

$$F_b = P \cdot S = \frac{\rho}{2} S v^2$$

ρ - плотность воздуха;
 v - скорость ветра относительно автомобиля.



$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v_b}$$

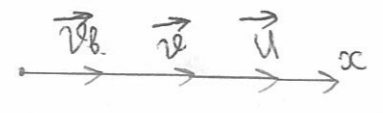
По оси x:
 $v = v_b - u$
 $v_b = v + u$
 $F_b = \frac{\rho(v+u)^2 S}{2}$ (4)

Подставим (4) в (3):

$$k_1 = \frac{2mg}{\rho(v+u)^2 S}$$

Ответ: $k = \frac{2mg}{\rho(v+u)^2 S}$

(18)



$$\vec{u} = \vec{v} + \vec{v_b}$$

По оси x:
 $u = v + v_b$
 $v_b = u - v$
 $F_b = \frac{\rho(u-v)^2 S}{2}$ (4)

Подставим (4) в (3):

$$k_2 = \frac{2mg}{\rho(u-v)^2 S}$$

Следовательно: $k = k_1 = \frac{2mg}{\rho(v+u)^2 S}$

Решение:
 Потенциальная энергия заряженной сферы в момент взрыва:

$$W_1 = \frac{kq^2}{2R_1}$$

где k - электрическая постоянная.
 $q = \frac{CQ R_1}{k}$ (1) - заряд заряженной сферы.

Потенциальная энергия заряженной сферы после взрыва:

$$W_1 = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{R_1}$$

Кинетическая энергия осколков после взрыва:

$$W_{2k} = \frac{m v^2}{2}$$

Потенциальная энергия заряженной сферы после взрыва:

$$W_{2n} = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{R_2}$$

По закону сохранения энергии:

$$W_1 = W_{2k} + W_{2n}$$

$$\frac{1}{2} \frac{kq^2}{R_1} = \frac{m v^2}{2} + \frac{1}{2} \frac{kq^2}{R_2}$$

$$m v^2 = \frac{kq^2}{R_1} - \frac{kq^2}{R_2}$$

$$m v^2 = \frac{kq^2 (R_2 - R_1)}{R_1 R_2}$$

$$v = \sqrt{\frac{kq^2 (R_2 - R_1)}{m R_1 R_2}} \quad (2)$$

Подставим (1) в (2):

$$v = \sqrt{\frac{k C^2 Q^2 R_1 (R_2 - R_1)}{k m R_1 R_2}} = \sqrt{\frac{C^2 Q^2 R_1 (R_2 - R_1)}{m R_2}} = \sqrt{\frac{10^8 \text{ В}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot (7 \cdot 10^{-2} \text{ м})}{9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 3015 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 12 \cdot 10^{-2} \text{ м}}} \approx 465 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Дано: $R_1 = 5 \text{ см}$
 $m = 3015 \text{ г}$
 $Q = 10 \text{ кВ}$
 $R_2 = 12 \text{ см}$
 Найти: $v = ?$

(25)

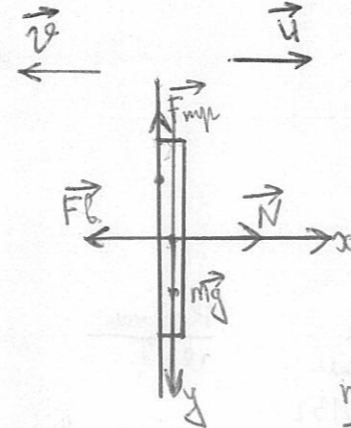


Звезда таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр Р-11-6

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	18	15	15	25	25			98

Вариант 1



Дано:
 u, S, ρ, ν, m
Найти:
 $k=?$

Решение:
Рассмотрим силы, действующие на газету:
 mg - сила тяжести газеты;
 $F_{тр}$ - сила трения газеты о стекло;
 F_v - сила давления ветра на газету;
 N - сила реакции стекла на газету.
Изотана: $mg + F_{тр} + F_v + N = 0$.

По I закону

По оси X:
 $N - F_v = 0$
 $N = F_v$ ①

По оси Y:
 $mg - F_{тр} = 0$
 $mg = F_{тр}$ ②

Из ① и ②:

$$\begin{cases} N = F_v \\ mg = F_{тр} \end{cases}$$
$$\begin{cases} N = F_v \\ mg = k \cdot N \end{cases}$$
$$mg = k \cdot F_v$$
$$k = \frac{mg}{F_v} \quad ③$$

Рассмотрим силу ветра:

$$F_v = P \cdot S, \text{ где}$$

P - давление ветра;
 S - площадь газеты.