



Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности» по физике

| Задание | 1 | 2 | 3  | 4  | 5 | Всего |
|---------|---|---|----|----|---|-------|
| Баллы   | 8 | 9 | 15 | 25 | 5 | 62    |

Вариант I

4. Заряженная сфера имеет свою энергию:

$$W = \frac{1}{2} C_1 \varphi_1^2 = \frac{1}{2} q \varphi_1 \quad \checkmark 5$$

$C_1$  - емкость в начальном положении

$$q = C_1 \varphi_1 = 4\pi \epsilon_0 R_1 \varphi_1 \quad \checkmark 5$$

Когда оболочка раздвигается, суммарный заряд сохраняется.

Потенциал станет:

$$\varphi_2 = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 R_2} = \varphi_1 \frac{R_1}{R_2} \quad \checkmark 5$$

По Э.З.С.Э.:

$$\frac{q \varphi_1}{2} = \frac{q \varphi_2}{2} + \frac{m v^2}{2} \quad \checkmark 5$$

Подставив полученные выражения для  $q$  и  $\varphi_2$ :

$$\frac{4\pi \epsilon_0 R_1 \varphi_1^2}{2} = \frac{4\pi \epsilon_0 R_1 \varphi_1 \cdot \varphi_1 \frac{R_1}{R_2}}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$4\pi \epsilon_0 R_1 \varphi_1^2 = \frac{4\pi \epsilon_0 R_1^2 \varphi_1^2}{R_2} + m v^2; \quad 4\pi \epsilon_0 R_1 \varphi_1^2 R_2 - 4\pi \epsilon_0 R_1^2 \varphi_1^2 = m v^2 R_2;$$

$$4\pi \epsilon_0 \varphi_1^2 R_1 (R_2 - R_1) = m v^2 R_2$$

$$v = \sqrt{\frac{4\pi \epsilon_0 \varphi_1^2 R_1 (R_2 - R_1)}{m R_2}} = \varphi_1 \sqrt{\frac{4\pi \epsilon_0 R_1 (R_2 - R_1)}{m R_2}} = 4,7 \text{ м/с} \quad \checkmark 5$$

(+) (25)

2. Найти КПД теплового двигателя.

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{373\text{K} - 273\text{K}}{373\text{K}} = \frac{100}{373} \approx 0,27$$

$$T_1 = 273\text{K}$$

$$T_2 = 373\text{K}$$

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_3}$$

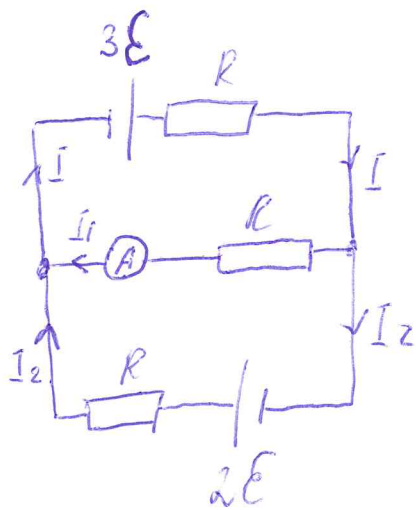
$$Q_2 = m_1 r, \text{ где } m_1 = 500\text{г} = 0,5\text{кг}$$

$$Q_3 = m_2 L, \text{ где } m_2 - \text{испарившаяся вода}$$

$$\eta = \frac{m_1 r}{m_2 L} \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 r}{\eta L} \approx 12,49\text{кг}$$

Ответ: 12,49кг

3.



Сначала считаем все ЭДС,  
т.к. они попутно направлены  $\Rightarrow$   
Получим 3E вверху и 2E внизу.  
Теперь запишем правила Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_2 = I_1 + I_2 \\ 3E = I_1 R + I_1 R \\ 5E = I_1 R + I_2 R \\ 2E = I_2 R - I_1 R \end{cases}$$

$$3E = 2I_1 R + I_2 R$$

$$5E = I_1 R + 2I_2 R$$

$$6E = 4I_1 R + 2I_2 R$$

$$3E = 2I_1 R + I_2 R$$

$3I_1 R = E$ ; ~~Значит~~ Теперь выразим одну тока:

$$I_1 = \frac{E}{3R} = \frac{1,5\text{В}}{3 \cdot 10\Omega} = 0,05\text{А}$$

Ответ: 0,05А



Шифр 50-02-11-43

Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»

5.  $d = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$   
 $n = 1,5$   
 $R_1 = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$

$2(n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = D$  3

$\frac{1}{R_2} = 0$  т.к.  $R_2 \rightarrow \infty$ ; т.к. кривизна плоской пластинки равна бесконечности.

$\frac{2(n-1)}{R_1} = D$ ,  $(n-1) \cdot 2$  - т.к. от зеркальной поверхности луч отражается и проходит 2 раза

~~$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$~~   $\frac{1}{f} = d - \frac{1}{d}$ ;  $f = \frac{d}{dD-1} = -0,43 = 0$   
 изображение мнимое.

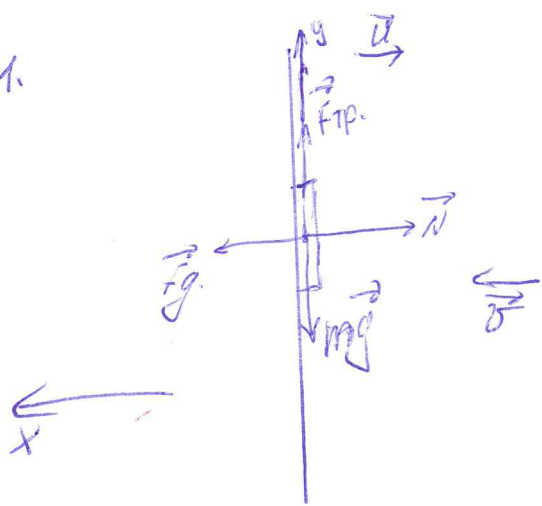
Пусть  $\Gamma$  - увеличение.

$\Gamma = \frac{|f|}{d} = 1,72$  2

5

Ответ:  $f = -0,43$ ; изображение мнимое; ~~увеличение~~  
 ~~$\Gamma = 1,72$~~   $\Gamma = 1,72$

1.



$u$  - скорость автомобиля,  $v$  - скорость ветра.

$F_g - N = ma$   
 $mg = kN \quad \checkmark \quad 4$

$\rho = \frac{F_g}{S} \Rightarrow F_g = \rho S$

$\rho = \frac{\rho v_2^2}{2}$

$v_2$  - скорость ветра,  
 $\rho = \frac{\rho v^2}{2}$  - уравнение Бернулли.

$v_2^2 = (v - w)^2$

$\rho = \frac{\rho (v - w)^2}{2}$

$F = \frac{\rho S (v - w)^2}{2} \quad 3$

$mg = \frac{k \rho S (v - w)^2}{2} \Rightarrow k = \frac{2mg}{\rho S (v - w)^2}$

Ответ:  $k = \frac{2mg}{\rho S (v - w)^2} \quad 1$

8