

805



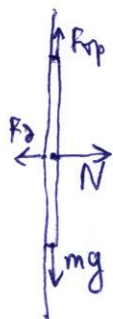
Олимпиада школьников  
Звезда - таланты  
на службе обороны  
и безопасности

Шифр 66-11-21

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы								

Вариант 2

Задание 1



$u$  - скорость машины,  $v$  - скорость ветра,  
 $k$  - коэф трения,  $\rho$  - плотность,  $S$  - площадь газет,  $m$  - масса газет.

На газету действуют сила тяжести, сила давления  
ветра, сила реакции со стороны стекла, сила  
трения между газетой и стеклом.

Газета будет удерживаться давлением внешнего  
ветра, если сила трения будет равна силе тяжести.

$F_{тр} = mg$ . Если  $F_{тр} < mg$ , то газета будет двигаться вверх,  
а если  $F_{тр} > mg$ , газета будет падать.

~~Сила трения~~  $F_{тр} = kN$  ~~идет по направлению движения~~

$F_0 = pS$ , где  $p$  - дополнительное давление, создаваемое воздухом.

$\rho = \rho_0 v_0^2$ , где  $\rho$  - плотность воздуха,  $v_0 = u + v$  - скорость молекул  
воздуха относительно газеты.

сила реакции  $N$  по модулю равна силе дополнительного давления и направлена  
по направлению.

Сила трения:  $F = kN = k\rho v_0^2 S = k\rho (v+u)^2 S$

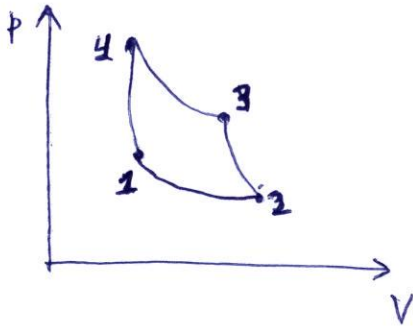
$F_{тр} = mg \Rightarrow k\rho (v+u)^2 S = mg$

$\Rightarrow m_{max} = \frac{k\rho (v+u)^2 S}{g}$

Ответ.  $m_{max} = \frac{k\rho (v+u)^2 S}{g}$  ✓

205

## Задание 2



Т.к. тепловая машина работает по циклу Карно, её цикл состоит из двух изотерм и двух адиабат, а КПД - максимальен среди прочих тепл. машин.

$$T_H = 373\text{K} \quad T_X = 273\text{K}$$

$T_H$  - температура нагреваемого тела  $T_X$  - температура охл. тела.

Холодильная машина замораживает лёд и ~~превращает~~ превращает воду в пар за счёт совершения работы.

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

Для тепл. маш. Карно  $\Rightarrow \eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$ .  $\eta = \frac{100}{373}$   
 кол-во теплот при ~~выделении~~ выделении  
 КПД можно заменить на температуру.

При работе в режиме холодильника к нагреваемому телу подводится теплота на большую или большую величину совершённой работы.  $Q_H = Q_X + A'$   $A' = \eta Q_H$   
 величину, тепл. отнимается у ~~нагреваемого~~ охлаждаемого тела.

Чтобы превратить в пар 1 кг воды нужно затратить  $Q_r = 2,26 \cdot 10^6$  Дж энергии.  $Q_r = m_{\text{вода}} \cdot r$

$A' = \eta \cdot Q_r = \frac{100}{373} \cdot 2,26 \cdot 10^6$  Дж - работа машин.  
 Кол-во энергии, выделяющейся при плавлении льда  $Q_x = m_{\text{льда}} \lambda$

$$m_{\text{льда}} = \frac{Q_r - \eta Q_r}{\lambda} = \frac{Q_r (1 - \eta)}{\lambda} = \frac{m \cdot r \left(1 - \frac{T_H - T_X}{T_H}\right)}{\lambda}$$

$$m_{\text{льда}} \approx \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot (1 - \frac{1}{4})}{3,35 \cdot 10^5} \approx \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10 \approx 5 \text{ кг.}$$

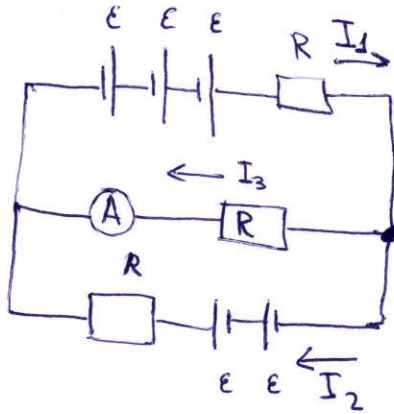
$$\text{Ответ. } m_{\text{льда}} = \frac{m \cdot r \left(1 - \frac{T_H - T_X}{T_H}\right)}{\lambda} \approx 5 \text{ кг.}$$

130

## Задание 3

$$\mathcal{E} = 3\text{В}$$

$$R = 5\text{Ом}$$



В данной электрической цепи на трех различных участках цепи текут различные токи  $I_1, I_2, I_3$ .

Амперметр показывает ток, обозначенный  $I_3$

Согласно II правилу Кирхгофа сумма ЭДС по замкнутому контуру равна сумме падений напряжений.

Запишем II правило Кирхгофа по трем контурам

$$(1) I_1 R + I_2 R = 5\mathcal{E}$$

$$(2) I_1 R + I_3 R = 3\mathcal{E}$$

$$(3) I_2 R - I_3 R = 2\mathcal{E}$$

Кроме того, по I правилу Кирхгофа сумма токов по узлу равна нулю.

$$(4) I_1 - I_3 - I_2 = 0$$

Из (4)  $I_1 = I_2 + I_3$  подставляем в (2)  $I_2 R + 2I_3 R = 3\mathcal{E}$

Из (3) выразим  $I_2 R = 2\mathcal{E} + I_3 R$ .  $3I_3 R + 2\mathcal{E} = 3\mathcal{E}$   $3I_3 R = \mathcal{E}$

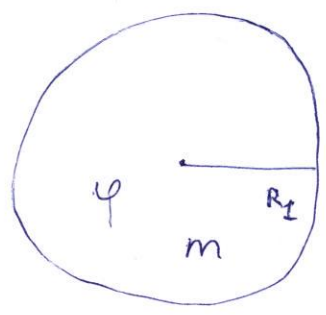
$$\Rightarrow I_3 = \frac{\mathcal{E}}{3R} ; I_3 = \frac{3}{3 \cdot 5} = \frac{1}{5} \text{А} \quad \checkmark$$

Ответ.  $\frac{1}{5} \text{А}$

150

Задание 4

203



Потенциал на поверхности сферы:

$$\varphi = k \frac{q}{R_1}$$

Напряженность эл. поля на поверхности

$$E = k \frac{q}{R_1^2} = \frac{\varphi}{R_1}$$

~~Энергия электрического поля  $W = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \varphi^2}{2 R_1^2}$~~

~~При разлете сферы на осколки энергия сохраняется.~~

~~Потенциал поверхности после разлета  $\varphi_n = \frac{\varphi R_1}{R_n}$  Напряженность  $E_n = \frac{\varphi R_1}{R_n^2}$~~

~~Энергия  $W_n = \frac{\epsilon_0 \varphi_n^2}{2 R_n^2} + \frac{m v^2}{2}$  Суммарная масса осколков не увеличивается.~~

~~$\frac{\epsilon_0 \varphi^2 R_1^2}{2 R_n^2} + \frac{m v^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \varphi^2}{2 R_1^2}$~~

Электрическая емкость сферы:  $C = \frac{Q}{\varphi} = \frac{\varphi R_1}{k \varphi} = \frac{R_1}{k}$  ✓

Энергия запасенная в шаре  $W = \frac{C \varphi^2}{2} = \frac{R_1 \varphi^2}{k \cdot 2}$

При разлете сферы на осколки энергия сохраняется, её часть переходит в кинетическую.

$$W = \frac{R_2 \varphi^2}{k \cdot 2} + \frac{m v^2}{2} = \frac{R_1 \varphi^2}{k \cdot 2}$$

Потенциал поверхности из осколков  $\varphi_2 = \frac{\varphi R_1}{R_2}$

Масса суммарная всех осколков не изменяется, энергия между ними распределена равномерно. Емкость поверхности из осколков  $C = \frac{R_2}{k}$

~~$\frac{\varphi^2 R_1^2}{k R_2^2} + \frac{m v^2}{2} = \frac{R_1 \varphi^2}{k \cdot 2}$~~   
 ~~$\frac{\varphi^2 R_1^2}{k R_2^2} + k R_2 m v^2 = \frac{R_1 \varphi^2}{k \cdot 2}$~~   
 ~~$R_2 (R_1 \varphi^2 - k m v^2) = \frac{\varphi^2 R_1^2}{2}$~~   
 ~~$R_2 = \frac{\varphi^2 R_1^2}{R_1 \varphi^2 - k m v^2}$~~

смотреть оборот

$$\frac{c\psi^2}{2} = \frac{c_2\psi_2^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad \checkmark$$

$$\frac{R_1\psi^2}{k} = \frac{R_2\psi^2 R_1^2}{R_2^2} + mv^2$$

$$\frac{R_1\psi^2}{k} = \frac{\psi^2 R_1^2}{k R_2} + mv^2$$

$$\underline{R_1\psi^2 R_2} = \psi^2 R_1 + mv^2 k R_2$$

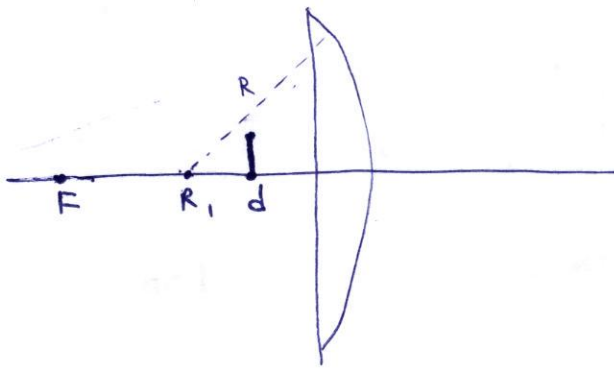
$$R_2(R_1\psi^2 - mv^2 k) = \psi^2 R_1$$

$$R_2 = \frac{\psi^2 R_1}{R_1\psi^2 - mv^2 k}$$

$$R_2 = \frac{25 \cdot 10^{54}}{25 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^5} \text{ метров} = \frac{25}{16} \text{ метров}$$

Ответ:  $\frac{25}{16}$  метров  $\approx 1,5$  м.

## Задание 5



$$R_1 = 50 \text{ см}$$

$$d = 25 \text{ см}$$

$$n = 1,5$$

125

1. Фокусное расстояние

Оптическая сила линзы  $D = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ , где  $R_2 \rightarrow \infty$ , т.к. одна сторона — плоская.

$$D = (1,5-1) \cdot \frac{1}{0,5} = 1 \text{ дптр} \Rightarrow F = \frac{1}{D} \Rightarrow \text{фокусное расстояние} = 1 \text{ метр} = 100 \text{ см}$$

Для нахождения расстояния до изображения используем формулу тонкой линзы.

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } f = \frac{Fd}{d-F} \quad F=1 \text{ м} \quad d=\frac{1}{4} \text{ м}$$

$f$  — расст. до изобр.  
 $d$  — расст. до предмета  
 $f = -\frac{1}{3} \text{ м}$ , изображение мнимое.

По закону обратности световых лучей изображение в зеркале будет таким же, какое бы мог наблюдать наблюдатель с другой стороны обычной линзы.

Расстояние от зеркала до изображения:  $|f| = \frac{1}{3} \text{ м} \approx 33 \text{ см}$ .

Мнимое увеличение:  $\Gamma = \frac{|f|}{|d|} = \frac{1/3}{1/4} = \frac{4}{3}$

Ответ:  $|f| \approx 33 \text{ см}$ ;  $\Gamma = \frac{4}{3}$