



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Вариант 2

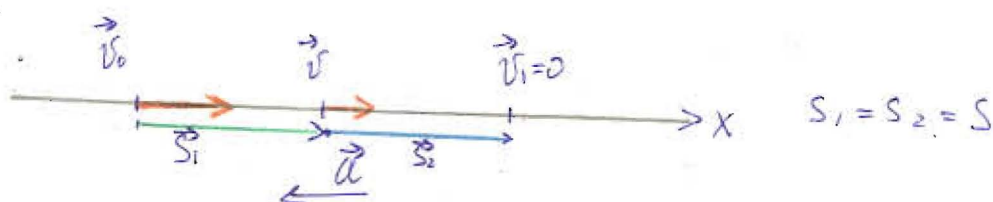
Шифр **u-09-19**

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	15	0	20	20 10	20			55

Решение:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2E_k}{m} \quad (1)$$

65
Вопрос!



1) $v^2 - v_0^2 = 2aS_1$

ок) $v^2 - v_0^2 = -2aS \quad (2)$

2) $v_1^2 - v^2 = 2aS_2$

ок) $0 - v^2 = -2aS \quad (3)$

Подставляем (1) и (3) в (2):

$$\frac{2E_k}{m} - v_0^2 = -\frac{2E_k}{m}$$

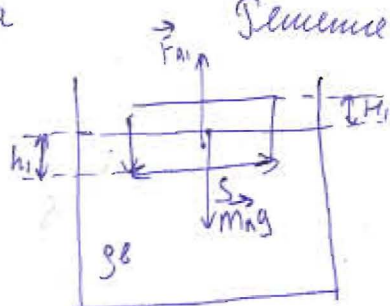
$$v_0 = \sqrt{\frac{4E_k}{m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8 \text{ Дж}}{4 \text{ кг}}} = \sqrt{8 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \approx 2,83 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $2,83 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) Дано: лодка

$M_1 = 4 \text{ т}$
 $M_2 = 2 \text{ т}$
 $m = 80 \text{ кг}$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $S = ?$

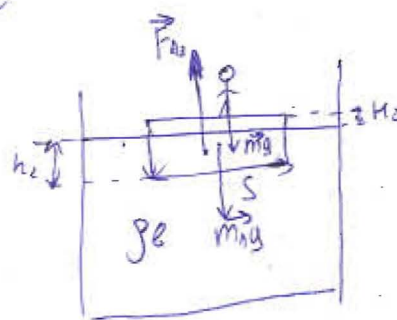
Решение:



т.к. лодка покоится, то

$$F_{A1} = m_1g$$

$$S \cdot \rho \cdot h_1 = m_1g$$



т.к. система тел покоится, то:

$$F_{A2} = m_2g + mg$$

$$S \cdot \rho \cdot h_2 = m_2g + mg$$

$$S \cdot \rho \cdot (h_1 + \frac{h_2}{2}) = S \cdot \rho \cdot h_1 + mg$$

т.к. высота выходящей над водой части лодки увеличивается, то высота погруженной части на столько же уменьшается.

$$S \cdot \rho \cdot h_1 + \rho \cdot \frac{M_2}{2} \cdot S = \rho \cdot h_1 \cdot S + mg \quad | :g$$

$$S = \frac{2m}{\rho h_1} = \frac{2 \cdot 80 \text{ кг}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 \text{ м}} = 4 \text{ м}^2$$

Ответ: 4 м^2

4) Дано: Температуры воды.

Демонстрация:

- $m_B = 20 \text{ кг}$
- $m_n = 0,1 \text{ кг}$
- $t_0 = 298 \text{ К}$
- $t_k = 373 \text{ К}$
- $t_{cb} = 600 \text{ К}$
- $c_B = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- $c_{cb} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- $r = 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $\lambda = 30 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

- 1) нагрели воду до t_k
- 2) парообразование часть воды
- 3) кристаллизация свинца

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$c_B m_n \Delta t_1 + m_n r = \lambda m_{cb}$$

$$m_{cb} = m_n c_B$$

Для того чтобы кристаллизовать весь свинец необходимо часть воды нагреть и выпарить а часть воды нагреть до температуры t_{cb} .

$t_{cb} = ?$

охлажд свинец

$$Q_{кр} c_B = Q_{наг} + Q_{нап} + Q_{наб}$$

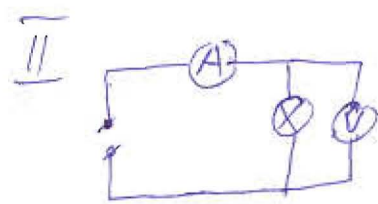
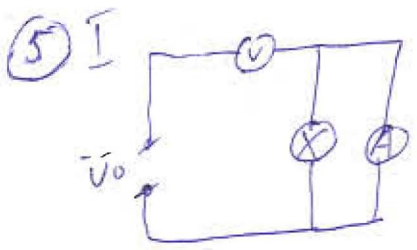
$$\lambda m_{cb} = m_n c_B (t_k - t_0) + r m_n + c_B m_{cb} (t_{cb} - t_0) (m_B - m_n)$$

$$t_{cb} = \frac{\lambda m_{cb} - m_n c_B (t_k - t_0) - r m_n + c_B (m_B - m_n) t_0}{c_B (m_B - m_n)}$$

$$= \frac{30 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 15 \text{ кг} - 0,1 \text{ кг} \cdot 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 25 \text{ К} - 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1 \text{ кг} + 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 19,9 \text{ кг}}{4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 19,9 \text{ кг}}$$

$$= \frac{450000 \text{ Дж} - 31425 \text{ Дж} - 225000 \text{ Дж} + 24842538 \text{ Дж}}{83381 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} \approx 300 \text{ К}$$

ответ: 300 К



Напряжение на вольтметре равно напряжению на амперметре (в силу законов параллельного соединения)

$$\bar{U}_A = \bar{U}_V = \bar{U}_0 - \bar{U} = 1 \text{ В}$$

$$R_A = \frac{\bar{U}_A}{y} = \frac{1 \text{ В}}{0,2 \text{ А}} = 5 \text{ Ом}$$

Сила тока на вольтметре равна:

$$y_V = \frac{\bar{U}}{R_V} = \frac{11 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = \frac{11}{50} \text{ А} = 0,22 \text{ А}$$

В силу законов последовательного соединения:

$$y_{\bar{U}} = y + y_V \Rightarrow y_A = y_V - y = 0,22 \text{ А} - 0,2 \text{ А} = 0,02 \text{ А}$$

$$R_A = \frac{\bar{U}_A}{y_A} = \frac{1 \text{ В}}{0,02 \text{ А}} = 50 \text{ Ом}$$

$$\bar{U}_0 = y' \cdot R_A + y' \cdot \frac{R_A \cdot R_V}{R_A + R_V}$$

$$y' = \frac{\bar{U}_0}{R_A + \frac{R_A \cdot R_V}{R_A + R_V}} = \frac{12 \text{ В}}{50 \text{ Ом} + 25 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}$$

$$\bar{U}' = \bar{U}_0 - y' \cdot R_A = 12 \text{ В} - 0,4 \text{ А} \cdot 50 \text{ Ом} = 10 \text{ В}$$

ответ: $y' = 0,4 \text{ А}$; $\bar{U}' = 10 \text{ В}$.

2) Дано: спутник Земли

Решение:

11-09-19

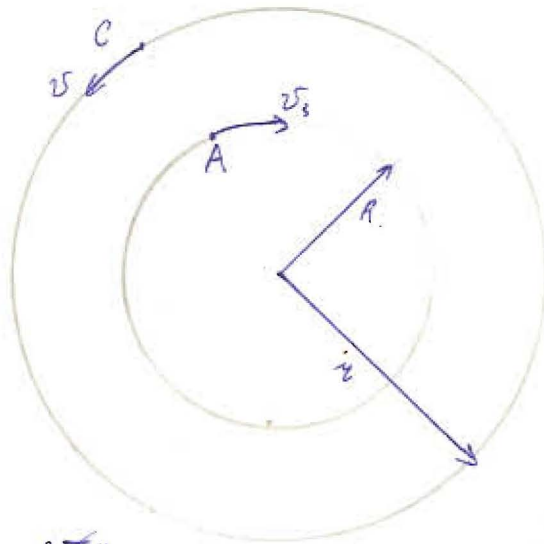
$$g = 10^4 \text{ м/с}^2$$

$$n = 2$$

$$R = 6400 \text{ км}$$

$$T_3 = 24 \text{ ч}$$

$$\frac{r}{R} = ?$$



A - точка (на экваторе) Земли
C - спутник.

$$\frac{2\pi R}{v_s} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$P.K. \quad v_s \cdot T_3 = 2\pi R, \text{ то}$$

$$T_3 = \frac{2\pi r}{v}, \text{ где } v = \sqrt{gr}$$

$$r = \frac{\sqrt{gr} \cdot T_3}{2\pi} = \frac{8000 \text{ м/с} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ с}}{2 \cdot \pi} = 11 \cdot 10^7 \text{ м}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{11 \cdot 10^7 \text{ м}}{6,4 \cdot 10^6 \text{ м}} \approx 17,2$$

Ответ: 17,2



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр 10-11-123

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	16	15	4	7	4			46

Вариант 1

Задание 1.

Дано: Решение:

u
 m
 p
 S
 v
 $k - ?$

Для того, чтобы газета удерживалась ветревыми ветрами, сила тяжести действующая на газету, должна уравновешиваться силой трения между газетой и ветровой стеклом: $F_T = F_{\text{тр}}$. Сила тяжести равна:

$F_T = mg$; сила трения равна: $F_{\text{тр}} = k \cdot N$, где $N =$ сила нормального давления газеты на стекло. Перейдем в систему отсчета, связанную с ветровой стеклом; тогда скорость ветра равна: $v_0 = v + u$. Минимум ветра, давящего на газету равен: $p = \rho v^2$, где m - масса ветра, которая находится по формуле: $m = \rho V = \rho S (v + u) t$; t - некоторое время. Также минимум равен: $p = Ft$, где F - сила давления ветра на газету. Ответа: $F = \rho S (v + u)^2$; $F = N$. Знаем сила трения равна: $F_{\text{тр}} = k \cdot \rho S (v + u)^2 = mg$; $k = \frac{mg}{\rho S (v + u)^2}$.

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

Задание 2

Дано:
 $t_x = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
 $t_n = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$
 $m_n = 0,5 \text{ кг}$
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $m_x - ?$

Решение:
КПД машины жарно можно выразить двумя формулами:
 $\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n}$, где $Q_n = m_n \cdot r$; $Q_x = m_x \cdot \lambda$
 $\frac{T_n - T_x}{T_n} = \frac{373 - 273}{373} = 0,27$.

Меходя из двух уравнений кид получаем:

$$\frac{m_{nr} - m_x \lambda}{m_{nr}} = 0,27$$

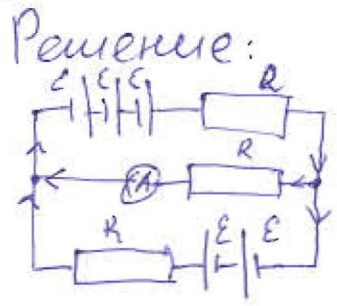
$$1 - \frac{m_x \lambda}{m_{nr}} = 0,27$$

$$m_x = \frac{0,73 \cdot m_{nr}}{\lambda} = \frac{0,73 \cdot 0,5 \cdot 226 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5} = 2,46 \text{ кг}$$

Ответ: $m_x = 2,46 \text{ кг}$.

Задание 3

Дано:
 $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$
 $R = 10 \text{ Ом}$
 $I_2 = ?$



Решение:
 Пусть по ветви с тремя резисторами и батареей течет ток I_1 , по ветви с амперметром и резистором - ток I_2 ; по оставшейся ветви - ток I_3 .
 По закону Кирхгофа: $I_1 = I_2 + I_3$. Ток, текущий по первой ветви, равен $I_1 = \frac{3\mathcal{E}}{R} = 0,45 \text{ А}$. Ток, текущий по второй ветви, равен: $I_2 = \frac{3\mathcal{E} - 2\mathcal{E}}{R} = 0,15 \text{ А}$; ток, текущий по третьей ветви, равен: $I_3 = \frac{2\mathcal{E}}{R} = 0,3 \text{ А}$.

Ток будет течь, как показано на рисунке. (схема)

При подстановке в уравнение Кирхгофа получаем верное равенство.

Ответ: $I_2 = 0,15 \text{ А}$.

Задание 4

Дано:
 $R_1 = 90 \text{ Ом}$
 $R_2 = 0,12 \text{ м}$
 $m = 9,015 \cdot 10^{-2}$
 $\varphi = 10000 \text{ В}$
 $\delta = ?$

Решение:
 Суммарный потенциал φ в момент разлета осколков равен кинетической энергии осколков + потенциалу φ_2 сферической поверхности с радиусом R_2 .

$$\varphi = E_k + \varphi_2 \quad \text{или} \quad k \frac{q^2}{r_1} = \frac{m \delta^2}{2} + k \frac{q^2}{r_2} \quad \text{где } q - \text{ заряд сферы.}$$

прод. см. на другом месте.



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы								

Задание 4 (продолжение)

$$\frac{m\delta^2}{2} = \frac{kq}{r_1} - \frac{kq}{r_2} = \frac{kq(r_2 - r_1)}{r_1 r_2}$$

$$\delta^2 = \frac{2kq(r_2 - r_1)}{r_1 r_2 m}$$

Известно, что $\varphi = k\frac{q}{r_1} = 10000 \text{ В}$, значит:

$$\delta^2 = \frac{2\varphi(r_2 - r_1)}{m r_2} = \frac{2 \cdot 10000 \cdot 0,07}{0,015 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot 10000 \cdot 7}{0,015 \cdot 0,12}} = 8819 \text{ м/с}$$

Ответ: 8819 м/с

Задание 5

Дано:

$$R = 60 \text{ см}$$

$$d = 25 \text{ см}$$

$$n = 1,5$$

$$k = ?$$

$$f = ?$$

Решение:

Увеличение k прямо пропорционально показателю преломления n .

$$k = 1,5 \cdot f$$

Оркусное расстояние считается

$$\text{как } F = \frac{R}{2n} = 20 \text{ см}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \quad ; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25} = \frac{1}{100}$$

$$f = 100$$

Увеличение равно: $k = 1,5f = 150$

Ответ: $k = 150$; $f = 100$

