

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

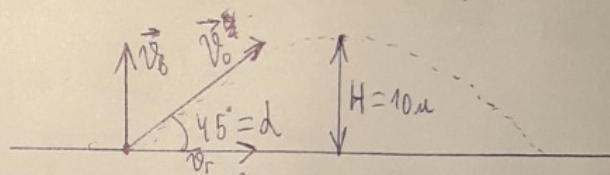
Шифр: **21206114**

ID профиля: **828791**

Вариант 4

Дано: $\alpha = 45^\circ$; $H = 10 \text{ м}$

№ 1



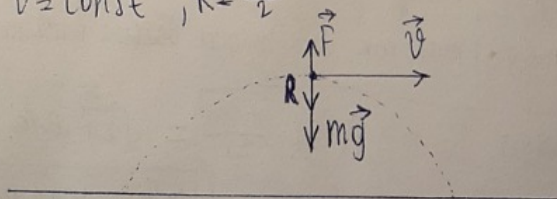
1) По формуле $v_0^2 = 2gh$, можно найти вертикальную компоненту:

$$v_0 = \sqrt{2gH}, \text{ тогда } v_0 = \frac{v_0}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin \alpha}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м}}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10 \sqrt{2} \cdot 2}{\sqrt{2}} \text{ м/с} = \underline{20 \text{ м/с}}$$

Ответ: 20 м/с

2) $v = \text{const}$; $R = \frac{mg}{2}$



П.к. камень летит по траектории камня, то в верхней точке траектории равнодействующая должна быть направлена вниз и сонаправлена с mg .

Можно заметить, что выполняется момент движения по окружности.

Тогда:

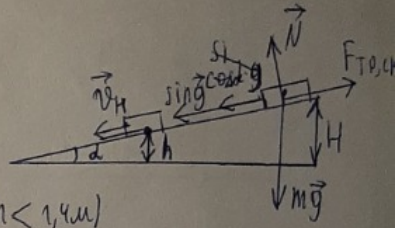
$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R_H}, \text{ где } R_H = H, \text{ а } a_{\text{цс}} = \frac{R}{m}$$

$$\frac{\frac{mg}{2}}{m} = \frac{v^2}{H} \Rightarrow v^2 = \frac{gH}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gH}{2}} = \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м}}{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ м/с} = \frac{10}{1,41} \text{ м/с} =$$

$$\approx 7,09 \text{ м/с} \approx 7,1 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 7,1 \text{ м/с}$

№2
 Дано: $\cos \alpha = \frac{24}{25}$; $h = 1,4 \text{ м}$; $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 0,06$; $v_0 = 0$



1) $\cos \alpha = \frac{24}{25} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{7}{25}$

$N = \cos \alpha \cdot mg$; $F_{\text{тр},1} = \mu_1 \cdot \cos \alpha \cdot mg \Rightarrow a_1 = \mu_1 \cdot \cos \alpha \cdot g$ ($h < 1,4 \text{ м}$)

$F_{\text{тр},2} = \mu_2 \cdot \cos \alpha \cdot mg \Rightarrow a_2 = \mu_2 \cdot \cos \alpha \cdot g$ ($h > 1,4 \text{ м}$)

Поскольку тело остановилось у основания, то брусок прошел расстояние:

$s_1 = \frac{h}{\sin \alpha}$

а так как движение в этом промежутке равноускоренное, то:

$v_H^2 = 2 a_1 s_1$, где $a_1 = \mu_1 \cdot \cos \alpha \cdot g - \sin \alpha \cdot g$ (так как сила трения больше веса или веса трения)

$v_H = \sqrt{2 (\mu_1 \cdot \cos \alpha \cdot g - \sin \alpha \cdot g) \cdot \frac{h}{\sin \alpha}} = \sqrt{2 \cdot (0,5 \cdot \frac{24}{25} \cdot 10 - \frac{7}{25} \cdot 10) \cdot \frac{1,4 \cdot 10}{25}} = \sqrt{20} \text{ м/с} = 4,47 \text{ м/с}$

Ответ: 4,47 м/с

2) с высоты H коробка разогналась и набрала v_H .

$s_2 = \frac{H}{\sin \alpha} - \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{H-h}{\sin \alpha}$

по формуле: $v^2 = 2as$ можем найти расстояние s_2

$v_H^2 = 2 a_2 s_2 = \sqrt{2 (\sin \alpha \cdot g - \mu_2 \cdot \cos \alpha \cdot g) \cdot \frac{H-h}{\sin \alpha}} \Rightarrow s_2 = \frac{v_H^2}{2 (\sin \alpha \cdot g - \mu_2 \cdot \cos \alpha \cdot g)}$

$\frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{v_H^2}{2g(\sin \alpha - \mu_2 \cdot \cos \alpha)}$

$S = s_1 + s_2 = \frac{h}{\sin \alpha} + \frac{v_H^2}{2g(\sin \alpha - \mu_2 \cdot \cos \alpha)} = 5 \text{ м} + \frac{20 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (\frac{7}{25} - 0,06 \cdot \frac{24}{25})} = 5 \text{ м} + \frac{1 \text{ м}}{0,2224} =$

$= 5 \text{ м} + 4,496 \text{ м} \approx 9,5 \text{ м}$ **Ответ: S = 9,5 м**

№3
 Дано: $R = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$; $L = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$; $m = 5,2 \text{ кг}$

Найти: $F_{\text{тр}} = ?$; $T = ?$

Решение:

1) разложим T на 2 компонента:

$$T_b = mg$$

$$T_r = N_u$$

По м. Эйлера: $\frac{T_r}{T_b} = \frac{R}{S}$; где S - расстояние от точки крепления куска до опорной точки центра шара

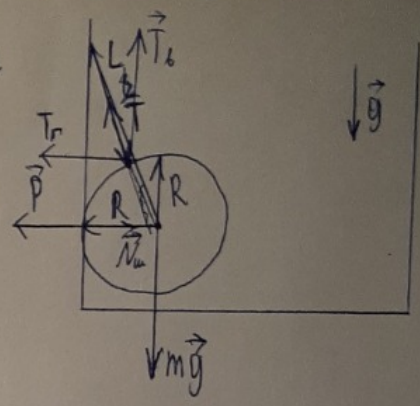
$$S = \sqrt{(L+R)^2 - R^2} = \sqrt{L^2 + 2LR + R^2 - R^2} = \sqrt{L^2 + 2LR} \Rightarrow S = \sqrt{L^2 + 2L^2} = L\sqrt{3} = R\sqrt{3}$$

$$L = R = 8 \text{ см}$$

$$\frac{T_r}{T_b} = \frac{R}{R\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{N_u}{mg} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow N_u = \frac{mg}{\sqrt{3}} \Rightarrow T_r = \frac{mg}{\sqrt{3}}$$

$$T = \sqrt{T_b^2 + T_r^2} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mg}{\sqrt{3}}\right)^2} = mg \sqrt{1 + \frac{1}{3}} = 5,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,1547$$

$$\approx 60 \approx 60 \text{ Н} \quad \text{Ответ: } T = 60 \text{ Н}$$



2) Объем шара $V_{\text{ш}} = \frac{4}{3}\pi R^3$
 сила Архимеда $F_{\text{Арх}} = \rho_0 V_{\text{ш}} = \rho_0 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

$T_{\text{н}}$ - нормаль вращающая

$R_c = \sin \alpha \cdot (L+R)$ (горизонтальное расстояние от оси вращения до точки приложения силы)

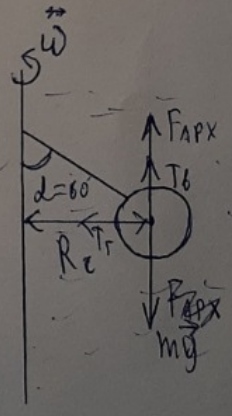
$$a_{\text{ц}} = \omega^2 R_c \Rightarrow \omega^2 = \frac{a_{\text{ц}}}{R_c}$$

разложим

$$R_c = T_b = mg - F_{\text{Арх}}; \quad T_r = \text{tg} \alpha \cdot T_b = \text{tg} \alpha \cdot (mg - F_{\text{Арх}}) = \text{tg} \alpha \cdot (mg - \rho_0 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3)$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{T_r}{m}; \quad \omega^2 = \frac{T_r}{m \cdot R_c} = \frac{\text{tg} \alpha (mg - \rho_0 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3)}{m \cdot \sin \alpha (L+R)}$$

$$T_{\text{н}} = \frac{\omega}{2\pi} \quad T_{\text{н}} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\text{tg} \alpha (mg - \rho_0 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3)}{m \cdot \sin \alpha (L+R)}}} = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{\frac{\text{tg} \alpha \cdot (5,2 \cdot 10 - 1000 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot 0,08^3)}{5,2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot 16,16}}}$$



$$= \frac{2\sqrt{0}}{\frac{9}{\sqrt{3}} \cdot (52 - 2,14357)} = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{3} \cdot 49,8564} = \frac{6,28}{\sqrt{86,3581}} = \frac{6,28}{10,948} = 0,573$$

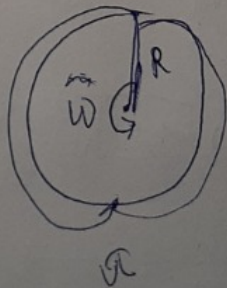
Jawab: $T_n = 0,573 \text{ s}$

$$= \frac{2\sqrt{0}}{\sqrt{\frac{7}{\sqrt{3}} \cdot (52 - 2,14357)}} = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{\sqrt{3} \cdot 49,8564}} = \frac{6,28}{\sqrt{0,72053}} = \frac{6,28}{10,948} = 0,573$$

Jawab: $T_n = 0,573 \text{ s}$

$$3,14 \text{ perag/c} = T = 2$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1}{1,3744 \text{ perag/c}} = 2$$



Часть 2

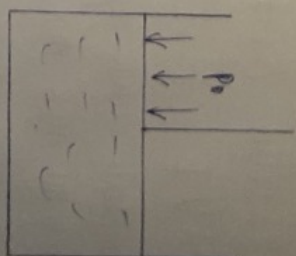
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21206114**

ID профиля: **828791**

Вариант 4

Дано: $m = 100 = 0,1 \text{ кг}$; $t_0 = 20^\circ\text{C}$; $P_0 = 10^5 \text{ Па}$; $Q = 51 \text{ кДж}$
 газы при изобарном расширении ($P_0 = 10^5 \text{ Па}$), но когда температура при
 $t_k = 100^\circ\text{C}$



1) по первому закону: $Q = \Delta U + A$, где работа расширения газа-то
 масса газа m и $t_k - t_0$.

$$Q_1 = c_p \cdot m \cdot (t_k - t_0) = 2 \cdot 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 3344 \text{ Дж}$$

Остаток Q_2 по второй закон: $Q_2 = 514 \text{ Дж}$ ~~кДж~~

2) $Q_2 = Q - Q_1$ (масса постоянна)

Изобарное расширение газа-то масса газа не меняется ^{масса} Q_2 и следовательно температура (Q_2):

$$Q_2 = \nu \cdot M \cdot c_p \cdot (t_k - t_0) = 2 \cdot 216 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} \cdot 0,1 \text{ кг} = 22600 \text{ Дж} = 22,6 \text{ кДж}$$

$22,6 \text{ кДж} < 22600 \text{ Дж} < 29656 \text{ Дж}$, значит температура газа-то

$Q_3 = Q_2 - Q_4 \approx$ (считаемся масса после расширения газа)

Изобарное расширение массы:

$Q_3 = c_p \cdot m \cdot \Delta T$, где c_p - уд. тепло. газа при n и g ; ΔT - изменение температуры. (t_n -

$Q_3 = c_p \cdot m \cdot (t_n - t_k)$, где t_n - конечная температура газа

$$t_n = \frac{Q_3}{c_p \cdot m} + t_k = \frac{29656 \text{ Дж} - 22600 \text{ Дж}}{2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} \cdot 0,1} + 100^\circ\text{C} = 320,91^\circ\text{C} = 420,91^\circ\text{C}$$

Изобарное t_n в газе, газ расширяется свободно:

$$t_n = T_n = t_n + 273,15 = 420,91^\circ\text{C} + 273,15 \approx 693,88 \text{ К}$$

Изобарное расширение - закон Гей-Люссака формулу состояния:

$P_0 \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T_n$, где M - молярная масса газа; R - универсальная

$M = 18 \text{ г/моль}$; $R = 8,31$

$$V = \frac{m R T_n}{P_0 \cdot M} = \frac{10 \cdot 8,31 \cdot 693,88 \text{ К}}{10^5 \text{ Па} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ г/моль}} = 0,032 \text{ м}^3$$

Ответ: $V = 0,032 \text{ м}^3$

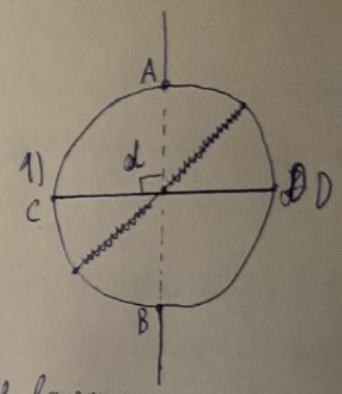
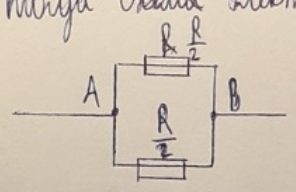
Дано: $R = 72 \text{ Ом}$, $V = 24 \text{ В}$;

N5

1) $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 R$

В первом случае перемычка через перемычку не будет проходить ток, т.к. сопротивления AC, CB; BD, AD будут равны ($R_{AC} = \frac{R}{4} = R_{CB} = R_{BD} = R_{AD}$)

тогда схема электрического тока можно заменить на эквивалентную:



Найдём общее сопротивление на участке AB:

$$R_{общ} = \frac{\frac{R}{4}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{R}{4}$$

тогда мощность P будет равна:

$$P = \frac{U^2}{R_{общ}} = \frac{(24 \text{ В})^2}{\frac{R}{4}} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4 \cdot (24 \text{ В})^2}{72 \text{ Ом}} = 32 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = 32 \text{ Вт}$

2) обозначим сопротивление на AD и CB как R_u , тогда на CD тоже будет сопротивление R_u обозначим сопротивление на AC как R_σ , аналогично на BD будет R_σ

$$R = 2(R_u + R_\sigma) ; R_{общ} = \frac{4}{24} R_u + R_\sigma$$

Методом подбора найдём β :

Допустим $\beta = 30^\circ$

$$R_u = \frac{30^\circ}{360^\circ} R = 6 \text{ Ом} ; R_\sigma = 30 \text{ Ом} ; R_{общ} = \frac{4 \cdot 6 + 30}{24} \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$$

тогда через R_u пройдёт $5I_u$, а через $R_\sigma = I_u$ т.е. I_u ; $\Rightarrow 5I_u - I_u = I \Rightarrow 4I_u = I$

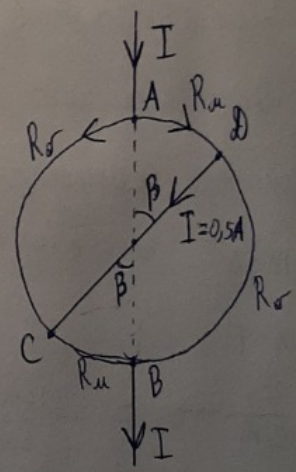
I_u - часть от общего тока; $I_{общ} = 6I_u \Rightarrow I_u = \frac{I_{общ}}{6}$

$$I_{общ} = \frac{U}{R_{общ}} = \frac{24 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ А} \Rightarrow I = 4 \cdot \frac{2,4 \text{ А}}{6} = 1,6 \text{ А} ; \Rightarrow \text{значит угол } \beta > 30^\circ$$

Допустим $\beta = 60^\circ$

$$R_u = 12 \text{ Ом} ; R_\sigma = 24 \text{ Ом} ; R_{общ} = \frac{4 \cdot 12 + 24}{24} = 16 \text{ Ом} ; I_{общ} = \frac{24 \text{ В}}{16 \text{ Ом}} = 1,5 \text{ А}$$

тогда через R_u пройдёт $2I_u$; а через $R_\sigma = I_u$; $I_{общ} = 3I_u \Rightarrow I_u = \frac{I_{общ}}{3} = 0,5 \text{ А}$
 $\Rightarrow 2I_u - I_u = I$



$$\left. \begin{array}{l} 2I_u - I_u = I \\ I_u = 0,5A \end{array} \right\} \Rightarrow I = I_u = 0,5A, \text{ и далее по ходу, знаем } \beta = 60'$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \beta = 60'}$$

$$3) P_2 = I_{\text{осн}} \cdot R_{\text{осн}} = 1,5A \cdot 16 \Omega = 24 \text{ Вт}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } P_2 = 24 \text{ Вт}}$$

черновик

ЧЕРНОВИК

$$\rho = \frac{F \cdot \eta \cdot g}{V} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 9.8}{1000000} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho = \rho_0 \cdot h \cdot g = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 1 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 10000 \text{ Па}$$

$$\cancel{R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 = R_0 + R_0 = 2R_0}$$

Поиск макс. кпд
 $P_{\text{кпд}} = DRT$

$$R_{\text{экв}} = \frac{4R_0(\frac{R}{2} - R_0)}{R}$$

$$U = IR \quad R \cdot IR = U$$

$$\frac{105}{9} = 11.67 \text{ А}$$

$$I_{\text{экв}} = 2I_0 + I$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{U}{I_{\text{экв}}} = \frac{4R_0(R_0 - \frac{R}{2})}{R}$$

$$P = \frac{DRT}{V} = \frac{\text{масс} \cdot k}{\text{м}^3}$$

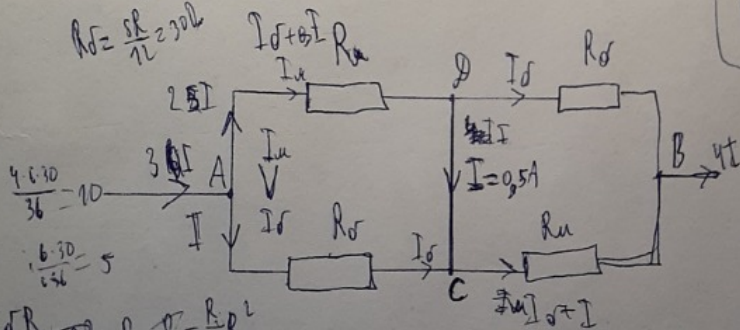
$$R_u = \frac{10 \text{ Ом}}{2} = 5 \text{ Ом}$$

$$R_s = 24 \text{ Ом}$$

$$R_1 = \frac{R_u}{2} = 2.5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{R_u \cdot R_s}{R_u + R_s} = \frac{5 \cdot 24}{5 + 24} = 1.8 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{2R_u R_s}{R_u + R_s}$$



$$R_{\text{экв}} = \frac{2R_u R_s}{R_u + R_s}$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{2R_u R_s}{R} = \frac{4R_u R_s}{2R}$$

$$\frac{R_s R_u}{2} - R_1 R_2 = \frac{R_u R_s}{2} - \frac{R_u R_s}{2} = 0$$

$$2(R_u + R_s) = 2R_u$$

напряжение:

$$U_1 = U_2 = U$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$R = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$I_{\text{экв}} \cdot R_u = I_s \cdot R_s$$

$$I_u \cdot R_u - I_s \cdot R_s = 0$$

$$(I_0 + I)(\frac{R}{2} - R_0) - I_s \cdot R_s = 0$$

$$R_u + R_s = \frac{2R_u}{2} = 36 \text{ Ом}$$

$$4R_0(\frac{R}{2} - R_0) = 4R_u(\frac{R}{2} - R_u)$$

$$I_{\text{экв}} = \frac{U}{R_{\text{экв}}}$$

$$I_u = \frac{I_{\text{экв}} + I}{2}$$

$$I_s = \frac{I_{\text{экв}} - I}{2}$$

$$I_s \cdot I_u = I_0 + I$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{4R_u R_s}{R}$$

$$I_{\text{экв}} = \frac{U}{R_{\text{экв}}}$$

$$I_s = \frac{I_{\text{экв}} - I}{2}$$

$$(I_0 + I) \cdot R_u = I_s \cdot R_s$$

$$R_s = \frac{R_u \cdot 2}{2} - R_u$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{4R_u(\frac{R}{2} - R_u)}{R}$$

$$I_s(R_s - \frac{R}{2} + R_0) = I$$

$$I_0 R_u + I R_u = I_0 R_s$$

$$I(\frac{R}{2} - R_0) \cdot I_s(R_s - R_u) = I R_u$$

$$I_s(2R_s - \frac{R}{2}) = I(\frac{R}{2} - R_0) \cdot R_u = \frac{R}{2} - R_0$$