Часть 1

Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21205551**

ID профиля: **368501**

Вариант 3

Черновик

$$V = \frac{M}{\rho} - V_п.$$

$$Mg = \rho_0 g V_п \Rightarrow V_п = \frac{M}{\rho_0} \Rightarrow \underline{V = M\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right)}.$$

$$cm t_1 = m_{л\to в}\,\lambda.$$

$0{,}0005 - 0{,}00045$

$0{,}225$кг.

$$M' = M - m_{л\to в}.$$

$$V_п' = \frac{M'}{\rho_0} \Rightarrow V' = M'\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right).$$

$$V_1 = V - V' = \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right)(M - M') = \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right) m_{л\to в}.$$

$$\frac{(a-\mu g)t^2}{2} \quad 2S$$

$$= \frac{24}{25}$$

$$\frac{V_0^2}{2(a+\mu g)} = S. \quad \frac{V_0^2}{2S} = a + \mu g.$$

$$\frac{V^2}{2a} = S \quad \frac{v^2}{2S} = a.$$

$$2 - \frac{24}{25} = \frac{26}{25} : 10 =$$

$$\frac{\frac{64}{9}}{\frac{64}{9}+1}$$

$$\left(\frac{8}{3}\right)^2 + 1$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{8}{3\sqrt{3}} \quad \operatorname{ctg} = \frac{3}{8}$$

$$1 + \frac{9}{64} = \frac{1}{\sin^2}$$

$$\frac{3}{\sqrt{73}} = \cos\alpha$$

$$V\cos\beta = g\sin\beta t$$

$$\sin = \frac{8}{\sqrt{73}}. \quad \sin^2 = \frac{64}{73}.$$

$$\cos^2 \quad \frac{1}{\operatorname{tg}^2\alpha} \cdot \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

$$\sin\frac{gt^2}{2} = \quad H = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} \quad H = \frac{144\cdot\frac{64}{73}}{2\cdot 10}$$

Зс 7:

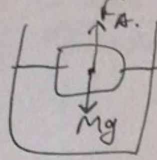
$$\operatorname{tg}^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 = \frac{1}{\cos} \quad b = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}+1}.$$

21205551 (U368501 M1282043)

Чистовик

(1)

1. 

1) Пусть объем подводной части льда — $V_п$.

Тогда $V = \frac{M}{\rho} - V_п$. ($\frac{M}{\rho}$ - общий объем льда).

Условие равновесия тела $Mg = F_A$:

$$Mg = \rho_0 g V_п \Rightarrow V_п = \frac{M}{\rho_0}$$

$$V = \frac{M}{\rho} - \frac{M}{\rho_0} = M\frac{\rho_0-\rho}{\rho_0\rho} = 0,45 кг \cdot \frac{1000 \frac{кг}{м^3} - 900 \frac{кг}{м^3}}{1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 900 \frac{кг}{м^3}} = 50 см^3.$$

2). Так как в сосуде присутствуют и лед, и вода, температура — 0°С.

Пусть после плавления льда его осталось M', а расплавилось — $m_{л \to в}$, объем подводной части льда после плавления — $V_п'$, надводной — V'.

Тогда аналогично 1) $V_п' = \frac{M'}{\rho_0}$ и $V' = M'\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right)$.

$$V_1 = V - V' = \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right)(M - M') = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho\rho_0} \cdot m_{л \to в}.$$

Уравнение теплового баланса:

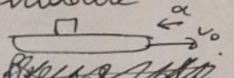
$$cm(t_1 - 0) = m_{л \to в}\lambda.$$

$$m = \frac{m_{л \to в}\lambda}{ct_1} = \frac{\frac{\rho\rho_0 V_1}{\rho_0 - \rho}\cdot\lambda}{ct_1} = \frac{\frac{1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 900 \frac{кг}{м^3} \cdot 0,000025 м^3}{1000 \frac{кг}{м^3} - 900 \frac{кг}{м^3}} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг \cdot °С} \cdot 30°С} = 0,6 кг.$$

Ответ: $V = 50 см^3$

$m = 0,6 кг$.

Чистовик



2. ~~[illegible]~~

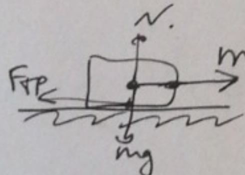
2

1) Время торможения коробки —

$$t = \frac{v_0 - 0}{a} = \frac{v_0}{a} = 5c.$$

Тогда $L = \frac{v_0 + 0}{2}\cdot t = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{10^2 (м/с)^2}{2\cdot 2 м/с^2} = 25 м$

2) В неинерциальной системе отсчета платформы платформа неподвижна,



ma ← сила инерции.

$N = mg$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg$ => Ускорение коробки — $a - \mu g$.

Тогда $\frac{(a-\mu g)t^2}{2} = S$ => $a - \mu g = \frac{2S}{t^2}$.

$$\mu = \frac{a - \frac{2S}{t^2}}{g} = \frac{2 м/с^2 - \frac{2\cdot 12 м}{5^2 c^2}}{10 м/с^2} = 0,104$$

3) Скорость отн. платформы увеличивается все время движения => ~~[illegible]~~ $T = t = 5c$.

4) $v_{max} = (a - \mu g)\,[redacted] = (2 м/с^2 - 0,104\cdot 10 м/с^2)\cdot 5c =$ ~~[illegible]~~ $4,8$ м/с

Ответ: $L = 25м$

$\mu = 0,104$

$T = 5c$

$v_{max} = 4,8 м/с$.

21205551 (U368501 M1282043)

Чистовик

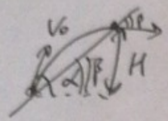
3.

$tg\,\alpha = \frac{8}{3} \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{64}{73}$

$\cos^2\alpha = \frac{9}{73} \Rightarrow \sin\alpha\cos\alpha = \sqrt{\frac{64}{73}\cdot\frac{9}{73}} = \frac{24}{73}$

3

$\downarrow g$



1) При поднятии на высоту H скорость стала горизонтальной. Она равна $V_0\cos\alpha$, т.к. нет горизонтального ускорения.

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{mV_0^2\cos^2\alpha}{2}$$

$$\Updownarrow$$

$$2gH = V_0^2 - V_0^2\cos^2\alpha = V_0^2\sin^2\alpha \Rightarrow H = \frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2\cdot\frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}}{2g} =$$

$$= \frac{12^2(м/с)^2\cdot\frac{\frac{64}{9}}{1+\frac{64}{9}}}{2\cdot 10\,м/с^2} \approx 6,31\,м.$$

2) По горизонтали мешочек пролетел $L = \frac{V_0\sin\alpha}{g}\cdot V_0\cos\alpha$.

Но $L = \frac{H}{tg\beta} \Rightarrow \frac{H}{tg\beta} = \frac{V_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g} \Rightarrow tg\beta = \frac{gH}{V_0^2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{10\,м/с^2\cdot 6,31\,м}{12^2(м/с)^2\cdot\frac{24}{73}}$

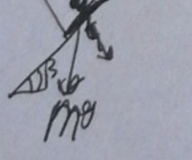
$\approx \frac{4}{3} \approx 1,333.$

3) Проекция $V\cos\alpha$ на наклонную плоскость − $V_0\cos\alpha\cos\beta$

$$\Updownarrow$$

$$\tau = \frac{V_0\cos\alpha\cos\beta}{g\sin\beta} = \frac{V_0\cos\alpha}{g\,tg\beta} = \frac{12\,м/с\cdot\frac{3}{\sqrt{73}}}{10\,м/с^2\cdot\frac{4}{3}} \approx 0,316\,с$$

4)



$N = mg\cos\beta$

$F_{тр} = \mu mg\cos\beta \Rightarrow$ Мешочек будет оставаться на месте, если

$mg\sin\beta \le \mu mg\cos\beta$

$$\Updownarrow$$

$\mu \ge tg\beta = \frac{4}{3} \approx 1,333$

Ответ: $H \approx 6,31\,м$

$tg\beta \approx 1,333.$

$\tau \approx 0,316\,с$

$\mu \ge \frac{4}{3} \approx 1,333.$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21205551**

ID профиля: **368501**

Вариант 3

Черновик

$\frac{v^2}{2R} = P.$

$G\frac{Mm}{4R^2} = m\frac{v^2}{2R}$

$S = R\sqrt{5-4\cos\frac{2\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}}\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot T}. \quad = R\sqrt{3}.$

$G\frac{M}{R^2} = g \Rightarrow \frac{mg}{4} = \frac{mv^2}{2R} \Rightarrow v^2 = \frac{gR}{2}.$

$T = \frac{2\pi\cdot 2R}{v} = \frac{4\pi R}{\sqrt{\frac{gR}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{8R}{g}}.$

$\omega_1 = \frac{\sqrt{gR}}{R} = \sqrt{\frac{g}{R}}$

$\omega_2 = \frac{\sqrt{\frac{gR}{2}}}{2R} = \sqrt{\frac{g}{8R}}$

$\cos\varphi = \frac{\pi}{3}$

$\varphi_1 = \omega_1 t = \sqrt{\frac{g}{R}}\,t$

$\varphi_2 = \omega_2 t = \sqrt{\frac{g}{8R}}\,t \qquad \varphi_2 = \frac{\varphi_1}{2\sqrt{2}}.$

$\varphi_1\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}-1\right)$

$S = \sqrt{(2R\cos\varphi_2 - R\cos\varphi_1)^2 + (2R\sin\varphi_2 - R\sin\varphi_1)^2} = R\sqrt{4\cos^2\varphi_2 - 4\cos\varphi_1\cos\varphi_2 + \cos^2\varphi_1 + 4\sin^2\varphi_2 - 4\sin\varphi_2\sin\varphi_1 + \sin^2\varphi_1}$

$= R\sqrt{5-4(\cos\varphi_1\cos\varphi_2 + \sin\varphi_1\sin\varphi_2)}$

$= R\sqrt{5-4\cos(\varphi_2-\varphi_1)} = R\sqrt{5-4\cos\left(\varphi_1\cdot\frac{1-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right)}$

$\frac{\sin\varphi}{\sqrt{5-4\cos\varphi}}$

$\cos\varphi - \frac{1}{2}.$

$\cos\varphi = 1$

$\varphi = 0.$

$2\sqrt{5-4\cos\left(\varphi_1\cdot\frac{1-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right)}$

$4\sin\left(\varphi_1\cdot\frac{1-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right)\cdot\frac{1-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}$

$1\sqrt{\frac{R}{g}}.$

$f'_t = R \qquad 2\sqrt{5-4\cos t}$

$4\sin t$

$\left(\frac{x}{y}\right)' = \ldots \qquad \left(\frac{1}{y}\right)' = -\frac{y'}{y^2}.$

$\left(\frac{4\sin t}{\sqrt{5-4\cos t}}\right)' = \frac{4\cos t\cdot\sqrt{5-4\cos t} - \frac{16\sin^2 t}{2\sqrt{\;}}}{5-4\cos t}$

$\cos\varphi_1(1-2\sqrt{2})$

$= \frac{4}{5}$

$\frac{1}{\sqrt{5}} < \frac{1}{2}.$

$(2-\cos\varphi)(\cos\varphi-\frac{1}{2})$

$\frac{\cos\varphi\cdot\sqrt{\;} - \sin\varphi}{5-4\cos\varphi} \qquad \cos t = \frac{4}{5}.$

$4\cos t\cdot\sqrt{5} = \frac{4\sin^2 t}{\sqrt{\;}}.$

$25-16 = 9$

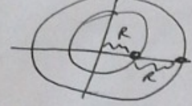
$5\cos t - 4\cos^2 t = 4\sin^2 t$

$5\cos\varphi - 2\cos^2\varphi - 2R. \qquad -\frac{1}{2}\;\frac{1}{x^{\frac{3}{2}}}$

$(2-\cos\varphi)(2\cos\varphi-1)$

4. Чистовик (1)

1) $mg = G\frac{mM}{R^2} \Rightarrow g = G\frac{M}{R^2}$, $\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{R}}$.



Условие равновесия спутника:

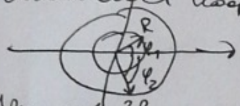
$$G\frac{mM}{(2R)^2} = m\frac{v^2}{2R} \Rightarrow v^2 = \frac{gR}{2}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{8R}}. \Leftarrow T = \frac{2\pi\cdot 2R}{v} = \frac{4\pi R}{\sqrt{\frac{gR}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{8R}{g}} = 14217\text{ с} \approx 4\text{ ч}.$$

2) Рассмотрим расстояние между спутником и наблюдателем.

$$S = \sqrt{(2R\cos\varphi_2 - R\cos\varphi_1)^2 + (2R\sin\varphi_2 - R\sin\varphi_1)^2} = R\sqrt{5-4\cos(\varphi_2-\varphi_1)} = R\sqrt{5-4\cos\left(\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1\right)}.$$

полярная система координат:



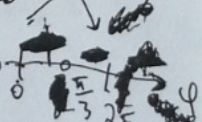
При первом обороте $\varphi_1 = \sqrt{\frac{g}{R}}\cdot T_1$, $\varphi_2 = \sqrt{\frac{g}{8R}}\cdot T_1$ (нам нужно найти самое первое T_1)

$$V = S'_T = R\cdot\frac{1}{2\sqrt{5-4\cos\left(\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1\right)}}\cdot 4\sin\left(\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1\right)\cdot\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}$$

$V = S'_T$ максимальна, когда $\frac{\sin\overbrace{\left(\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1\right)}^{\varphi}}{\sqrt{5-4\cos\left(\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1\right)}}$ максимальна

$f(\varphi) = \frac{\sin\varphi}{\sqrt{5-4\cos\varphi}}$ ⇐ Максимум

$$\frac{\cos\varphi\sqrt{5-4\cos\varphi} - \sin\varphi\cdot\frac{4\sin\varphi}{2\sqrt{5-4\cos\varphi}}}{5-4\cos\varphi} = 0$$



$\Updownarrow$

$\cos\varphi(5-4\cos\varphi) = 2\sin^2\varphi$

$\Updownarrow$

$2\cos^2\varphi - 5\cos\varphi + 2 = 0.$

$\Updownarrow$

$\left[\begin{array}{l}\cos\varphi = 2\ \varnothing\\ \cos\varphi = \frac12 \text{ – максимум}\end{array}\right.$

$\varphi = \frac{\pi}{3}$ при первом обороте.

$\frac{\pi}{3} = \sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}T_1$

$\Downarrow$

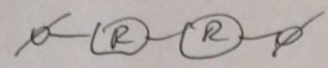
$$T_1 = \frac{\pi}{3(2\sqrt2-1)}\sqrt{\frac{8R}{g}} = \frac{T}{12\sqrt2-6} \approx 1296\text{ с} \approx 21{,}6\text{ мин}.$$

3) $V = S'(T_1) = R\cdot\frac{1}{2\sqrt{5-4\cdot\frac12}}\cdot 4\cdot\frac{\sqrt3}{2}\cdot\sqrt{\frac{g}{R}}\cdot\frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2} = \frac{2\sqrt2-1}{2\sqrt2}\sqrt{gR} \approx 5177{,}6$ м/с

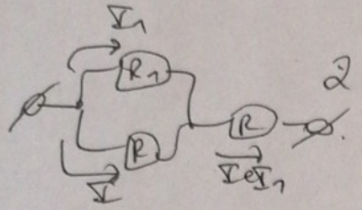
Ответ: $T \approx 4$ ч.
$T_1 \approx 21{,}6$ мин
$V \approx 5177{,}6$ м/с.

5. Чистовик. общее сопротивление — $R+R=2R$

2



1) $P=\frac{U^2}{2R} \Rightarrow R=\frac{U^2}{2P}=18$ Ом.



2) общее сопротивление — $\frac{RR_1}{R+R_1}+R$.

$$\begin{cases} I+I_1=\dfrac{U(R+R_1)}{2RR_1+R^2} \\ IR=I_1R_1 \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$I_1\frac{\cancel{R+R_1}}{\cancel{R}}=\frac{U\cancel{(R+R_1)}}{(2R_1+R)\cancel{R}}$$

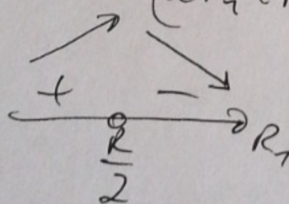
$$P_1=I_1^2R_1=\frac{U^2R_1}{(2R_1+R)^2}$$

$$P'_{1\,R_1}=U^2\cdot\frac{(2R_1+R)^2-R_1\cdot 2(2R_1+R)\cdot 2}{(2R_1+R)^4}=0$$

$\Downarrow$

$$4R_1^2+\cancel{4RR_1}+R^2=8R_1^2+\cancel{4RR_1}$$

$$R^2=4R_1^2 \Rightarrow R_1=\frac{R}{2}=9\text{ Ом}$$



3) $P_{max}=P_1\left(\frac{R}{2}\right)=\frac{U^2\frac{R}{2}}{4R^2}=\frac{U^2}{8R}=0,25$ Вт

Ответ: $R=18$ Ом

$R_1=9$ Ом

$P_{max}=0,25$ Вт.