Часть 1

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

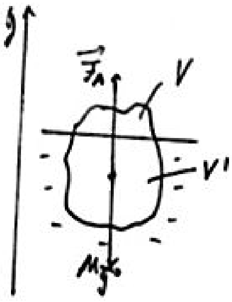
Шифр: **21205931**

ID профиля: **815908**

Вариант 3

Чистовик. (В.09-03) 1

№1



т. к. кусок льда находится в равновесии

$$\vec F_A + M\vec g = 0$$

$$y:\ F_A - Mg = 0$$

$$V'\rho_0 g = Mg$$

$$V' = \frac{M}{\rho_0}$$

$$V' = V_{общ.} - V \Rightarrow V = V_{общ.} - V' = \frac{M}{\rho} - \frac{M}{\rho_0}$$

$$V = \frac{0,45\ кг}{0,9\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}} - \frac{0,45\ кг}{1,0\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}} = 0,05\cdot 10^{-3}\ м^3$$

После добавления тёплой воды часть льда растаяла. Уравнение для вычисления объёма надводной части остаётся справедливым с новой массой.

$$\cancel{V-V'}\quad V - V_1 = \frac{M'}{\rho} - \frac{M'}{\rho_0}$$

$$M'\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right) = V - V_1$$

$$M' = \frac{V-V_1}{\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}} = \frac{(V-V_1)\rho\rho_0}{\rho_0 - \rho}$$

$$M' = M - M_1 \Rightarrow M_1 = M - M'$$

(растаявшая вода) $M_1 = \cancel{\frac{M - (V-V_1)\rho\rho_0}{\rho_0-\rho}} = M - \frac{(V-V_1)\rho\rho_0}{\rho_0 - \rho}$

$$M_1 = \cancel{\frac{0,45\ кг}{0,1\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}}} = 0,45\ кг - \frac{(0,05 - 0,025)\cdot 10^{-3}\ м^3\cdot 1,0\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}\cdot 0,9\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}}{0,1\cdot 10^3\ \frac{кг}{м^3}} =$$

$$= 0,025\cdot 9\ кг = \cancel{27}\ 0,225\ кг$$

Поскольку тепловое равновесие наступило, и осталась часть льда значит ~~$t_0 = 0°C$~~ $t_к = 0°C$

$$Q_л + Q_в = 0$$

$$\lambda M_1 + cm(t_к - t_{в1}) = 0$$

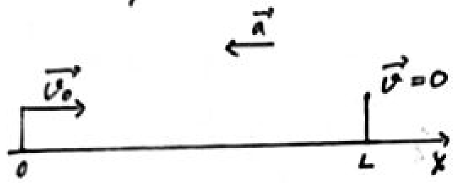
$$m = \frac{\lambda M_1}{-c(t_к - t_1)} \qquad m = \frac{3,36\cdot 10^5\ \frac{Дж}{кг}\cdot 0,225\ кг}{-4200\ \frac{Дж}{кг\cdot°C}(0°C - 30°C)} = 0,6\ кг$$

Ответ: $V = 0,05\cdot 10^{-3}\ м^3$; $m = 0,6\ кг$.

Чистовик. (В 09-08) ②

№ 2

Опишем перемещение точки платформы.



$Ox: x = x_0 + \cancel{v_{0x} t} + \cancel{\frac{a_x t^2}{2}}$

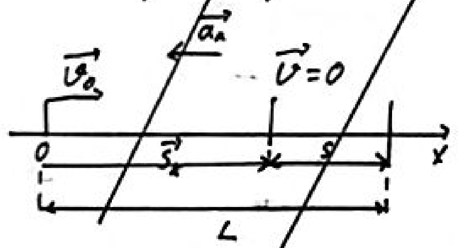
$L = 0 + \cancel{v_0 t} - \cancel{\frac{a t^2}{2}}$

$Ox: x = x_0 + \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$

$L = 0 + \frac{v_0^2 - v^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a}$

$L = \frac{10^2 \frac{м^2}{с^2}}{2 \cdot 2 \frac{м}{с^2}} = 25\ м$

~~Рассмотрим движение коробки~~

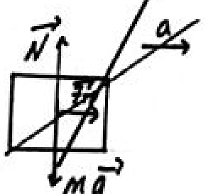


$\cancel{\vec{S_к} = \vec{v_0} t_к + \frac{\vec{a} t_к^2}{2}}$ $\quad \cancel{\vec{v}}$

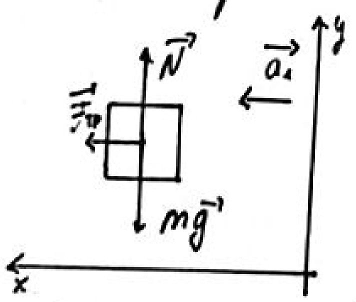
$\cancel{Ox: S_{кx} = v_{0x} t_к + \frac{a_x t_к^2}{2}} \quad \cancel{\frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}}$

$\cancel{L - S = v_0 t_к + \frac{v_к^2 - v_0^2}{-2a_к}}$

$\cancel{L - S = \frac{v_0^2}{2a_к} \Rightarrow \frac{1}{a_к} = \frac{2(L-S)}{v_0^2} \Rightarrow a_к = \frac{v_0^2}{2(L-S)}}$



Рассмотрим силы, действ. на коробку.

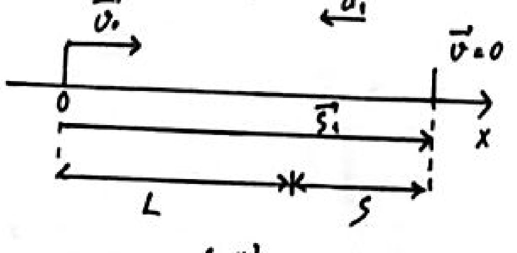


$m\vec{a_1} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F_{тр}}$

$x: \quad ma_1 = F_{тр} = \mu N \Rightarrow a_1 = \frac{\mu N}{m}$

$y: \quad 0 = N - mg \Rightarrow N = mg \Rightarrow a_1 = \mu g \Rightarrow \mu = \frac{a_1}{g}$

Рассмотрим движение коробки



$Ox: \quad S_{1x} = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_{1x}}$

$L + S = \frac{v_0^2}{2a_1} \Rightarrow a_1 = \cancel{L+S} \frac{v_0^2}{2(L+S)}$

$\mu = \frac{v_0^2}{2g(L+S)}$

$\mu = \frac{10^2 \frac{м^2}{с^2}}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}(25м + 12м)} = 0{,}14$

Чистовик (В 09-03) ③

№2

Поскольку $a_1 < a$, то пока платформа двигалась коробка увеличивала скор отн. платформы.

Воспользуемся первым рисунком:

$O_x: x = \cancel{x_0} + \cancel{v_{0x}T} + \cancel{\frac{a_xT^2}{2}}$

$\cancel{L} = 0 + \cancel{v_0T} - \cancel{\frac{aT^2}{2}}$

$O_x: x = x_0 + \frac{v_{0x}+v_x}{2}T$

$L = 0 + \frac{v_0+0}{2}T$

$T = \frac{2L}{v_0} \quad T = \frac{50\text{м}}{10\frac{\text{м}}{\text{с}}} = 5\text{с}$

Поскольку коробка увеличивала скор. первые 5 с отн. платформы, то её максимальная скор. именно в момент времени 5 с. (в этот момент времени платформа уже остановилась, поэтому скор. коробки отн. платформы равна скор. отн. земли).

Воспользуемся ~~вторым~~ третьим рисунком.

$O_x: v_{kx} = v_{0x}\cancel{T} + a_{1x}T$

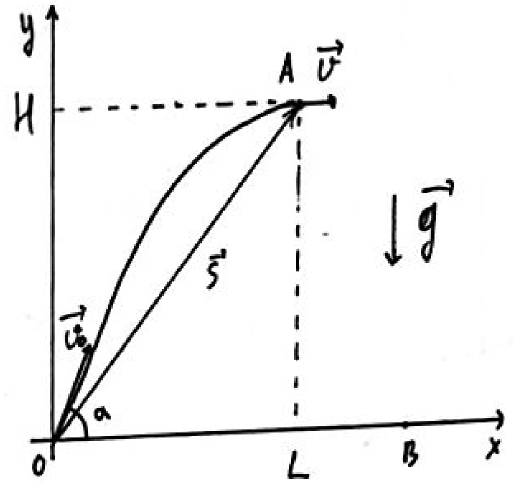
$v_k = v_0 - a_1T = v_0 - \mu gT$

$v_k = 10\frac{\text{м}}{\text{с}} - 0{,}14 \cdot 10\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5\text{с} = 3\frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $L = 25\text{м}$; $\mu = 0{,}14$; $T = 5\text{с}$; $v_k = 3\frac{\text{м}}{\text{с}}$ (max скор.)

Чистовик. (В 09-03)

№3



$$Oy:\ y = y_0 + \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$$

$$H = 0 + \frac{0-(v_0 \sin\alpha)^2}{-2g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow$$

$$\sin\alpha = \frac{tg\,\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}}$$

$$\sin\alpha = \frac{\frac{8}{3}}{\sqrt{\frac{64}{9}+\frac{9}{9}}} = \frac{8}{\sqrt{73}}$$

$$H = \frac{12^2\,\frac{м^2}{с^2}\cdot\frac{64}{73}}{2\cdot 10\,\frac{м}{с^2}} = 6,3\ м$$

~~Ox: x = x_0~~

$$Oy:\ y = \cancel{y_0}\ y_0 + \frac{v_{0y}+v_y}{2}t$$

$$H = \frac{v_0\sin\alpha}{2}t \Rightarrow t = \frac{2H}{v_0\sin\alpha}$$

$$Ox:\ x = x_0 + v_{0x}t$$

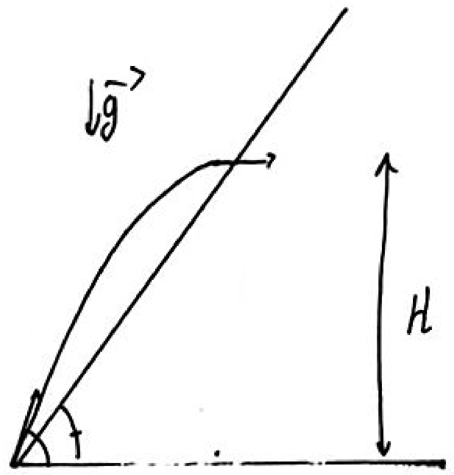
$$L = v_0\cos\alpha\cdot\frac{2H}{v_0\sin\alpha} = \frac{2H}{tg\,\alpha}$$

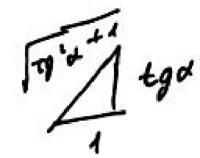
$$tg\,AOB = \frac{H}{L} = \frac{H\,tg\,\alpha}{2H} = \frac{tg\,\alpha}{2} = \frac{4}{3}\quad (\angle AOB = \beta)$$

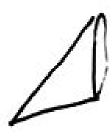
$$tg\,\beta = \frac{4}{3}$$

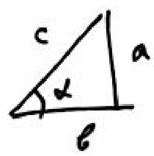
Ответ: $H = 6,3$ м, $tg\,\beta = \frac{4}{3}$

Черновик.









$tg\alpha = \frac{a}{б}$ $c = \sqrt{a^2+в^2}$

$\sin\alpha =$

Часть 2

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

Шифр: **21205931**

ID профиля: **815908**

Вариант 3

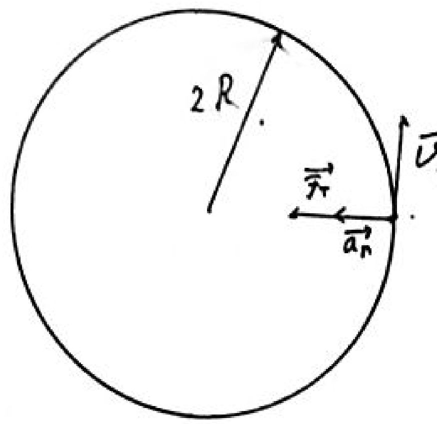
Чистовик (В-09-03) (1)

№4

Пусть тело массой m находится на земле, тогда

$$F_T = G\frac{Mm}{R^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM}{R^2}$$

Пусть масса спутника m.



$$m\vec{a_n} = \vec{F_T}$$

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

$$a_n = \frac{g}{4}$$

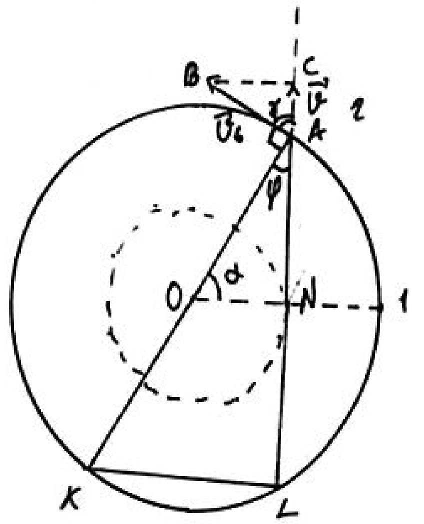
$$a_n = \frac{v_б^2}{2R}$$

$$\frac{v_б^2}{2R} = \frac{g}{4} \Rightarrow v_б = \sqrt{\frac{gR}{2}}$$

$$T = \frac{2\pi(2R)}{v_б} = \frac{4\pi R\sqrt{2}}{\sqrt{gR}} = \frac{4\pi\sqrt{2R}}{\sqrt{g}}$$

$$T = \frac{4\cdot 3,14\cdot\sqrt{2\cdot 6400\cdot 10^3\,м}}{\sqrt{10\,\frac{м}{с^2}}} = 14210\,с \approx 3,95\,ч$$

Скорость удаления будет равна по модулю проекции на прямую $\vec{v_б}$, проходящую через наблюдателя и спутник.



$AC = AB\cos\gamma$

чтобы AC был наибольшим, но т.к. $AB = v_б = const$,

$\cos\gamma$ – max $\Rightarrow \gamma$ – min $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ т.к. $\varphi = \cancel{\gamma}\ 180^\circ - 90^\circ - \gamma = 90 - \gamma \Rightarrow \varphi$ – max

φ – max, при KL – max ℓ

KL: max, тогда $KL \parallel ON \Rightarrow \triangle AKL \sim \triangle OAN$

$AO = OK = 2R \Rightarrow \frac{AK}{AO} = 2 \Rightarrow \frac{AN}{AL} = \frac{1}{2} \Rightarrow AN = NL \Rightarrow$

$AN = NL$
$AO = OL = 2R$ $\Rightarrow$ ON – сред. перпендикуляр к AL $\Rightarrow$

$\Rightarrow \angle ONA = 90^\circ \Rightarrow \cos\alpha = \frac{ON}{OA} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha = 60^\circ$

Т.к. $BA \perp OA$; $ON \perp NA \Rightarrow \angle AON = \angle BAC = \varphi = \alpha = 60^\circ \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \cos\alpha \cdot v_б = \sqrt{\frac{gR}{2}}\cdot\cos\alpha$

$$v = \sqrt{\frac{10\,\frac{м}{с^2}\cdot 6400\cdot 10^3\,м}{2}}\cdot 0,5 \approx 2830\,\frac{м}{с} \approx 2,8\,\frac{км}{с}$$

Чистовик (В 09-03) ②

№4.

$T = \frac{l}{v_в}$ (l - длина окружн.)

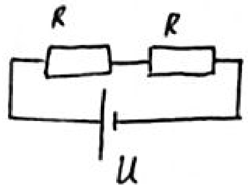
$l_1 = \frac{\alpha}{360^\circ} l \Rightarrow T_1 = \frac{l_1}{v_в} = \frac{\frac{\alpha}{360^\circ} l}{v_в} = \frac{\alpha}{360^\circ} T$

$T_1 = \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot 3{,}95\ ч = 0{,}66\ ч$

Ответ: $T = 3{,}95\ ч$, $T_1 = 0{,}66\ ч$, $v = 2{,}8\ \frac{км}{с}$

Чистовик (В 09-03) ③

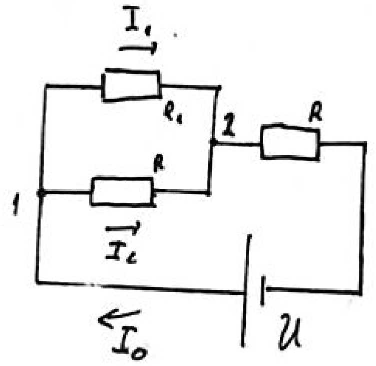
N 5



$R_0 = R + R = 2R$

$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{2R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{2P}$

$R = \frac{36\,В^2}{2 \cdot 1\,Вт} = 18\,\Omega$



$R_0' = R + \frac{R_1 R}{R + R_1}$

$I_0 = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_0'} = \frac{U}{R + \frac{R_1 R}{R + R_1}}$

$I_2 = I_0 - I_1$

Пусть между точками 1 и 2 - напряж. U_{12}

$U_{12} = I_1 R_1 = I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R}$

$I_0 - I_1 = \frac{I_1 R_1}{R} \Rightarrow I_1\left(\frac{R_1}{R} + 1\right) = I_0 \Rightarrow I_1 = \frac{I_0}{\frac{R_1}{R} + 1} =$

$= \frac{U}{\left(R + \frac{R_1 R}{R + R_1}\right)\left(\frac{R_1}{R} + 1\right)}$

$I_1 = \frac{6}{\left(18 + \frac{18 R_1}{R_1 + 18}\right)\left(\frac{R_1}{18} + 1\right)}(A) = \frac{18}{3\left(1 + \frac{R_1}{R_1 + 18}\right)(R_1 + 18)}(A) =$

$= \frac{6(R_1 + 18)}{(2R_1 + 18)(R_1 + 18)}(A) = \frac{3}{R_1 + 9}(A)$

$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{9 R_1}{R_1^2 + 18 R_1 + 81}(Вт) = \frac{9(R_1 + 9) - 81}{(R_1 + 9)^2}(Вт) = \frac{9}{R_1 + 9} - \frac{81}{(R_1 + 9)^2}(Вт) =$

$= \frac{9}{R_1 + 9} - \left(\frac{9}{R_1 + 9}\right)^2 (Вт)$

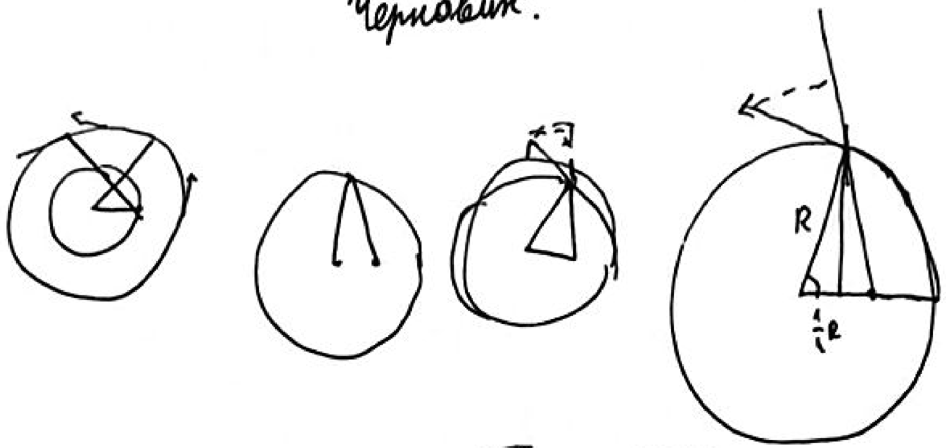
Пусть $x = \frac{9}{R_1 + 9}$, $f(x) = -x^2 + x$, $f(x)$ - наибольшее,

при $x_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{1}{2 \cdot (-1)} = 0{,}5 \Rightarrow \frac{9}{R_1 + 9} = 0{,}5 \Rightarrow R_1 = 9\,\Omega \Rightarrow$

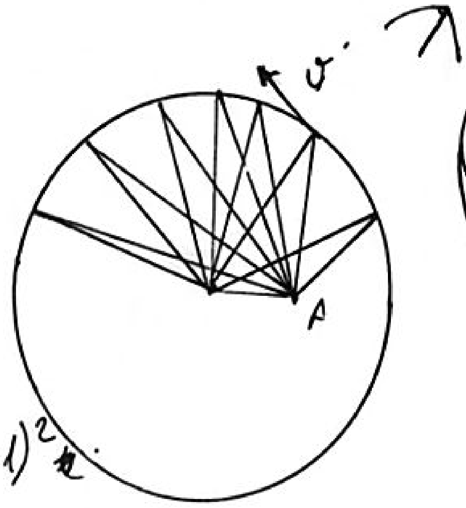
$\Rightarrow P_1 = \left(\frac{9}{9+9} - \left(\frac{9}{9+9}\right)^2\right) Вт = 0{,}25\,Вт$

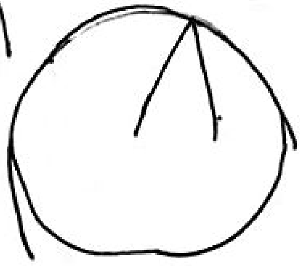
Ответ: $R = 18\,\Omega$, $R_1 = 9\,\Omega$, $P_1 = 0{,}25\,Вт$.

Черновик.



$\cos\alpha = \frac{1}{4}$





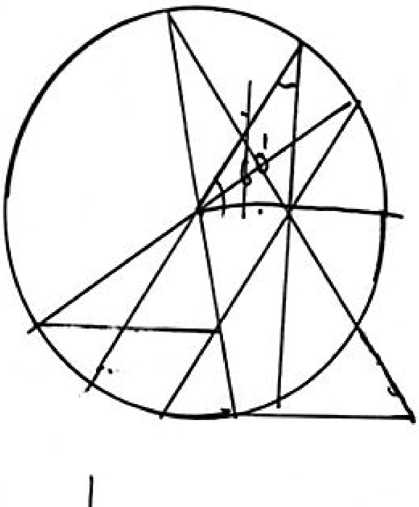
$y = (x+1)^2$

$x^2 + y^2 = 4R^2$

$A\ (2R; 0)$

$y = x^2 + 2x + 1$

$-\frac{b}{2a}$



$\frac{9}{x+4x+9} - \frac{81}{(R+9)^2}$

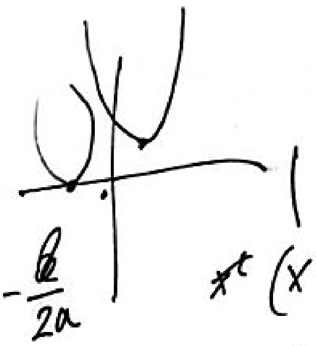
9

$\frac{9}{x} - \frac{81}{x^2}$

$-\frac{b}{2a}$

$y = \frac{9}{x}$

$y' - y^2$



$-y^2$

$f(y) = -y^2 + y = a$

$-\frac{b}{2a}$

$x^2\ (x-1)^2 + 1$

$1 \quad -\frac{a}{2}$

$x - 2x + 2$

$-\frac{b}{2a}$