Часть 1

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

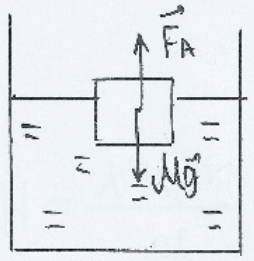
Шифр: **21206378**

ID профиля: **89274**

Вариант 3

Чистовик

Задача №1.



$$Mg = F_A = \rho_в g V_{погр}.$$

$$M = \rho_в V_{погр}.$$

$$M = \rho_л \cdot V_{общ}$$

$$V = V_{общ} - V_{погр} = \frac{M}{\rho_л} - \frac{M}{\rho_в} = M\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)$$

1) $V = 0{,}45\,кг \cdot \left(\frac{1}{0{,}9\cdot10^3\frac{кг}{м^3}} - \frac{1}{10^3\frac{кг}{м^3}}\right) = 0{,}00005\,м^3 = 50\,см^3$

2) После установления теплового равновесия объём надводной части льда V уменьшился на V_1, т.к. часть льда растаяла, т.е масса льда уменьшилась.

$V_1 = \Delta M\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)$, где ΔM – масса растаявшего льда

Запишем уравнение теплового баланса: $c_в m t_1 = \lambda \Delta M$

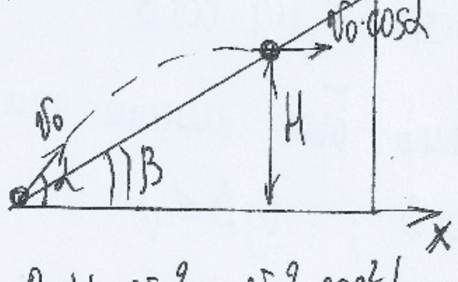
$$m = \frac{\lambda \Delta M}{c_в t_1} = \frac{\lambda V_1}{\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)c_в t_1}; \quad m = \frac{3{,}36\cdot10^5\frac{Дж}{кг}\cdot 25\cdot10^{-6}\,м^3}{\left(\frac{1}{0{,}9\cdot10^3\frac{кг}{м^3}} - \frac{1}{10^3\frac{кг}{м^3}}\right)\cdot 4{,}2\cdot10^3\frac{Дж}{кг\cdot°C}\cdot 30°C} = 0{,}6\,кг$$

Ответ: 1) $V = 50\,см^3$

2) $m = 0{,}6\,кг$

Задача №3.

1)



Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$v_0^2 - v_1^2 = 2gH$$

Мешочек движется по оси Ox равномерно, т.е $v_1 = v_0 \cdot \cos\alpha$, т.к. скорость v_1 направлено горизонтально.

$$2gH = v_0^2 - v_0^2\cdot\cos^2\alpha = v_0^2\sin^2\alpha; \quad H = \frac{v_0^2\cdot\sin^2\alpha}{2g}$$

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \quad \Big| : \sin^2\alpha$$

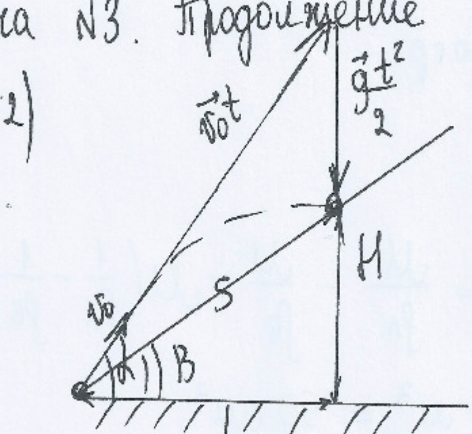
$$1 + ctg^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha} \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{1}{1+ctg^2\alpha} = \frac{1}{1+\frac{1}{tg^2\alpha}} = \frac{tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1}$$

$$H = \frac{v_0^2\cdot tg^2\alpha}{(tg^2\alpha+1)\cdot 2g}; \quad H = \frac{12^2\cdot\left(\frac{8}{3}\right)^2}{\left(\left(\frac{8}{3}\right)^2+1\right)\cdot 2\cdot 10} \approx 6{,}3\,(м)$$

Чистовик

Задача №3. Продолжение.

2)



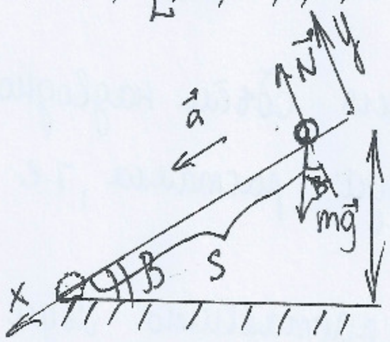
$$\vec S = \vec{v_0}t + \frac{\vec g t^2}{2}$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

$$\frac{gt^2}{2} = \frac{g\cdot(v_0\sin\alpha)^2}{2g^2} = \frac{v_0^2\cdot\sin^2\alpha}{2g} = H$$

$$tg\alpha = \frac{2H}{L};\quad tg\beta = \frac{H}{L} \Rightarrow tg\beta = \frac{tg\alpha}{2} = \frac{4}{3}.$$

3)



Если плоскость гладкая, то силы трения нет

$m\vec a = m\vec g + \vec N$ (II з. Ньютона)

ox: $ma = mg\cdot\sin\beta$; $a = g\cdot\sin\beta$

$$S = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$S = \frac{H}{\sin\beta};\quad T = \sqrt{\frac{2H}{\sin\beta\cdot g\cdot\sin\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\sin^2\beta}};\quad \sin^2\beta = \frac{tg^2\beta}{tg^2\beta+1}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H\cdot(tg^2\beta+1)}{g\cdot tg^2\beta}};\quad T = \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}3\cdot\left(\left(\frac{4}{3}\right)^2+1\right)}{10\cdot\left(\frac{4}{3}\right)^2}} = \sqrt{\frac{12{,}6\cdot(16+9)}{10\cdot 16}} \approx 2\,(c)$$

4) Если же трение есть, то $m\vec a = m\vec g + \vec N + \vec F_{тр}$

ox: $ma = mg\cdot\sin\beta - F_{тр}$; $F_{тр} = \mu N$

oy: $N = mg\cdot\cos\beta$

$ma = mg\cdot\sin\beta - \mu mg\cdot\cos\beta$; $a = g\cdot\sin\beta - \mu g\cdot\cos\beta$

Чтобы мешочек не скользил, a должно быть меньше или равно 0.

$g\sin\beta - \mu g\cdot\cos\beta \le 0$; $\sin\beta \le \mu\cdot\cos\beta$; $tg\beta \le \mu$

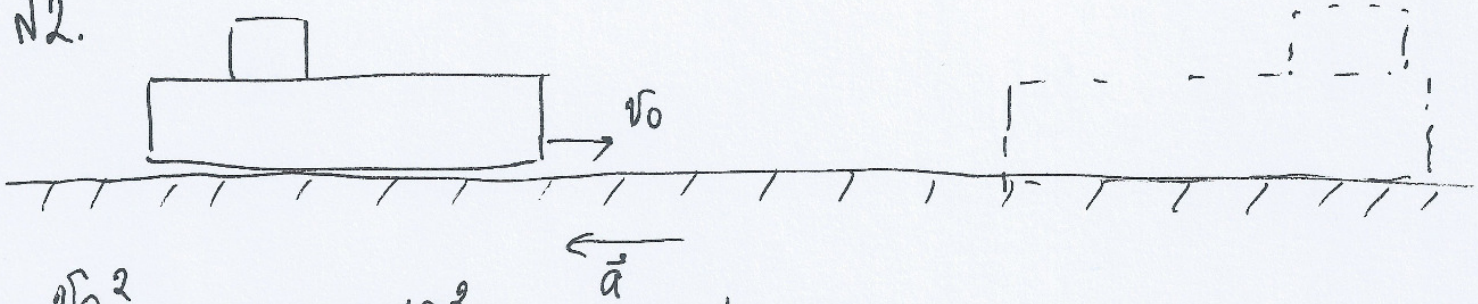
Значит $\frac{4}{3} \le \mu$.

Ответ: 1) $H \approx 6{,}3$ м; 2) $tg\beta = \frac{4}{3}$; 3) $T \approx 2c$; 4) $\mu \ge \frac{4}{3}$

21206378 (U89274 M1283004)

Чистовик

Задача №2.



1) $L = \frac{v_0^2}{2a}$; $L = \frac{10^2}{2 \cdot 2} = 25$ (м)

2) работа, совершённая силой трения, равна изменению механической энергии коробки : $A_{тр} = -E_{кин}$.

$$-\mu mg \cdot S = -\frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \mu = \frac{v_0^2}{2gS}$$

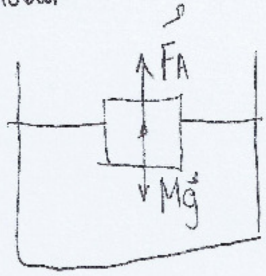
$$\mu = \frac{10^2}{2 \cdot 10 \cdot 12} \approx 0,4$$

3) $u_{max} = v_0 + a_к T = v_0 + \mu g T$, т.к. $a_к = \mu g$

Как только платформа начала тормозить, коробке был дан импульс, и в тот момент её скорость была максимальной.

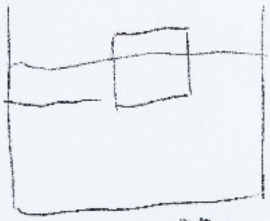
Черновик

1.



$Mg = \rho_в g V_{погр}$

$V = V_0 - V_{погр} = \frac{M}{\rho_л} - \frac{M}{\rho_в} = M\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)$



$c_в m t_1 = \lambda \Delta M$

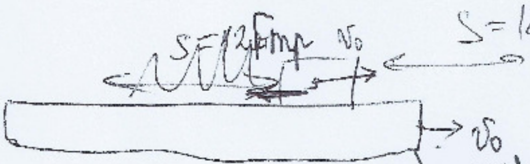
$\Delta M = \frac{V_1}{\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}}$

$V - V_1 = M_1\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)$

$V_1 = \left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right)\left(\underbrace{M - M_1}_{\Delta M}\right)$

$m = \frac{\lambda V_1}{\left(\frac{1}{\rho_л} - \frac{1}{\rho_в}\right) c_в t_1} = \frac{8,4}{14}$

2



$\frac{m v_0^2}{2} = \mu m g \cdot S$

$M(v_0 - aT) + m u_{max} = m v_0 + M v_0$

$-MaT + m u_{max} = m v_0$

$M v_0 = m v$

$v' = 0$

$L = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \cdot 2} = 25$

$\mu m g = F_{тр} = m a_к \quad ; \quad a_к = \mu g$

$\frac{v_0^2 - u_{max}^2}{2} = \frac{v_0^2}{2} + \frac{u_{max}^2}{2}$

$5+2$

$+\mu m g \left(\frac{v_0^2 - u_{max}^2}{2a}\right) = +\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}$

$tg\alpha = \frac{8}{3}$

$\frac{144 \cdot 64}{(64+9) \cdot 20} = \frac{144 \cdot 64}{73 \cdot 20}$

3.

$\boxed{tg\alpha \leq \mu}$

$\sin\alpha \leq \mu \cos\alpha$

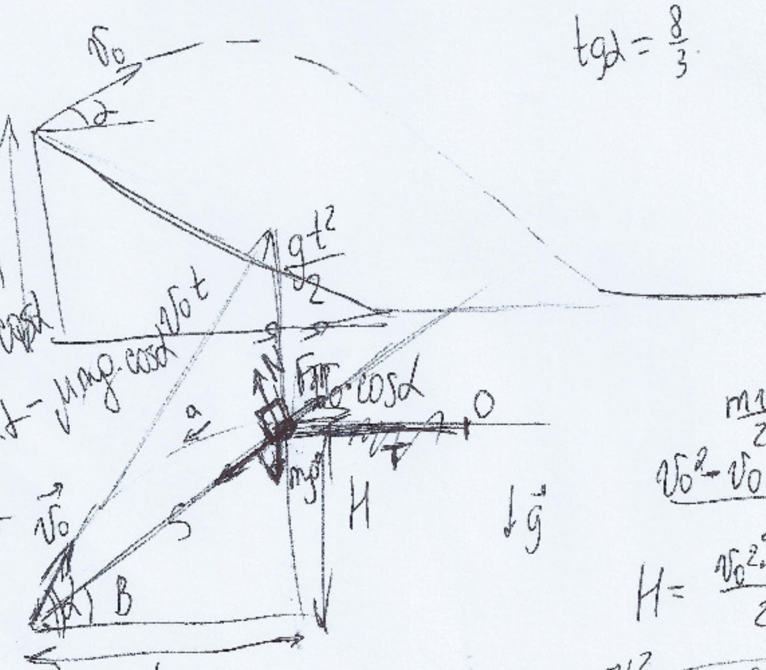
$g(\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha)$

$a = g \sin\alpha - \mu g \cdot \cos\alpha$

$ma = mg \cdot \sin\alpha - \mu m g \cdot \cos\alpha$

$ma = mg \cdot \sin\alpha$

$a = g \cdot \sin\alpha$



$\frac{m(v_0 \cdot \cos\alpha)^2}{2}$

$\frac{m v_0^2}{2} = mgh$; $h = \frac{v_0^2}{2g}$

$\frac{v_0^2 - v_0^2 \cdot \cos^2\alpha}{2} = gh$; $h = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

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

$\frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g} = t$

$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$; $\frac{gt^2}{2} = \frac{g \cdot v_0^2 \sin^2\alpha}{2g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$tg\,\alpha = \frac{2H}{L} \Rightarrow tg\,\beta = \frac{tg\alpha}{2} = \frac{4}{3}$; $S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S}{g\sin\alpha}}$

Часть 2

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

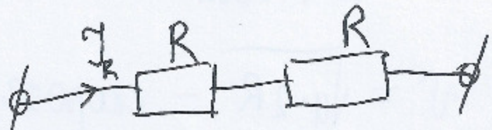
Шифр: **21206378**

ID профиля: **89274**

Вариант 3

Чистовик

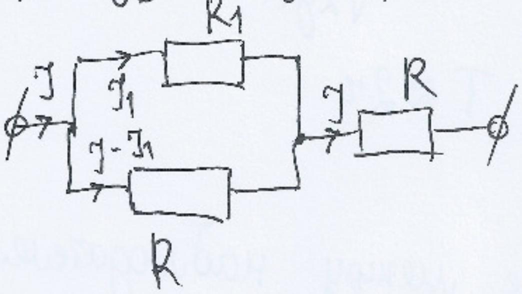
Задача №5.

1) 

$U = I_R(2\cdot R)$

$P = U\cdot I_R \Rightarrow I_R = \frac{P}{U}$

$I_R = \frac{1\,Вт}{6\,В} = \frac{1}{6}\,А$; $R = \frac{U}{2I_R} = \frac{6\,В}{2\cdot\frac{1}{6}\,А} = 18\,Ом$



$I_1R_1 = (I - I_1)R$

$I_1R_1 = (I - I_1)\cdot 18$

$I_1(R_1 + 18) = 18I$

$U = I\cdot R_{экв}$; $R_{экв} = \frac{R_1\cdot R}{R_1 + R} + R = \frac{18R_1}{18 + R_1} + 18$

$6 = I\cdot\left(\frac{18R_1}{18 + R_1} + 18\right)$; $18 + R_1 = I(3R_1 + 3(18 + R_1))$

$18 + R_1 = I(6R_1 + 54)$; $I = \frac{18 + R_1}{6R_1 + 54}$

$I_1\cdot(R_1 + 18) = 18I = 18\cdot\frac{(18 + R_1)}{6R_1 + 54}$; $I_1 = \frac{18}{6R_1 + 54} = \frac{3}{R_1 + 9}$

P_1 – мощность, выделяющаяся на R_1; $P_1 = R_1\cdot I_1^2$

$P_1 = R_1\cdot\left(\frac{3}{R_1 + 9}\right)^2 = \frac{9R_1}{(R_1 + 9)^2}$; $(R_1 + 9)^2 \geq 4\cdot 9R_1$

$R_1 + 9 \geq 2\sqrt{9R_1}$ по неравенству Коши;

$P_1 = \frac{9R_1}{(R_1 + 9)^2} \leq \frac{9R_1}{4\cdot 9R_1}$; $P_1 \leq \frac{1}{4}$.

$P_1 = \frac{1}{4}\,Вт$ максимальная мощность, которая достигается, когда $(R_1 + 9)^2 = 4\cdot 9R_1$; $R_1^2 + 18R_1 + 81 - 36R_1 = 0$

$R_1^2 - 18R_1 + 81 = 0$; $(R_1 - 9)^2 = 0 \Rightarrow R_1 = 9\,(Ом)$

Ответ: 1) $R = 18\,Ом$

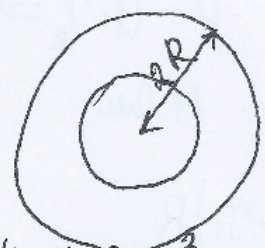
2) $R_1 = 9\,Ом$

3) $P_{max} = \frac{1}{4}\,Вт$.

Чистовик

Задача №4.

1)

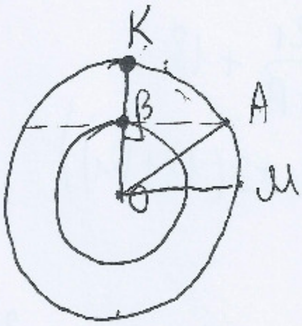


$v = \sqrt{g \cdot 2R}$ – скорость спутника

$$T = \frac{2\pi \cdot (2R)}{v} = \frac{4\pi R}{\sqrt{2gR}}$$

$$T = \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 6400 \cdot 10^3}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 6400 \cdot 10^3}} \approx 7105\ (c)\ ;\ T \approx 2ч.$$

2)



Т.к расстояние между наблюдателем и спутником наименьшее, то прямая, соединяющая наблюдателя и спутник, проходит через центр Земли.

В точке A такая скорость максимальна (AB-касательная к Окр(O, R)).

$OA = 2R$, $OB = R \Rightarrow OB = \frac{1}{2} OA \Rightarrow \angle BAO = 30^\circ$, а $\angle BOA = 60^\circ$

$$l_{\cup AK} = \frac{\pi \cdot 2R}{180^\circ} \cdot \angle BOA = \frac{2\pi R}{180^\circ} \cdot 60^\circ = \frac{2}{3}\pi R;$$

$$T_1 = \frac{l_{\cup AK}}{v} = \frac{\frac{2}{3}\pi R}{\sqrt{2gR}} \approx 1184\ (c)\ ;\ T_1 \approx 0{,}3ч$$

Возьмём следующее положение спутника – точку M

~~BM=OA=2R~~ $BM = \sqrt{BO^2 + OM^2} = \sqrt{R^2 + (2R)^2} = R\sqrt{5}.$

$BA = \sqrt{OA^2 - BO^2} = \sqrt{4R^2 - R^2} = R\sqrt{3}.$

$T_2 = \frac{T}{4} \approx 0{,}5ч$ – время от т. K до M

$T_{AM} = T_2 - T_1 = 0{,}2ч$

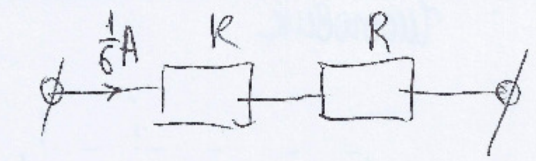
$$v = \frac{BM - BA}{T_{AM}} = \frac{R\sqrt{5} - R\sqrt{3}}{0{,}2} \approx 16130175\ \frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $T \approx 2ч$

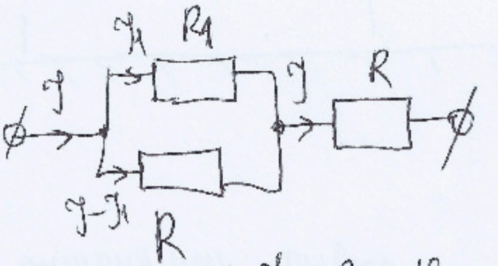
2) $T_1 \approx 0{,}3ч$

21206378 (U89274 M1283005)

3) $v \approx 16130175\ \frac{м}{с}.$



$U = 6$ В $R = 18$ Ом Черновик



$I_1 R_1 > \frac{I}{2} R_1$

$I_1 R_1 > I R$

$\left(\frac{R_1 \cdot 18}{R_1+18} + 18\right) \cdot I = 6$; $\left(3R_1 + 3(R_1+18)\right) I = R_1 + 18$

$6R_1 I + 54 I = R_1 + 18$; $6I(R_1+9) = R_1 + 18 = \frac{18I}{I_1}$

$I_1 R_1 = 18(I - I_1) \Rightarrow I_1(R_1+18) = 18I$; $R_1 + 9 = \frac{18I}{I_1} - 9$

$6(R_1+9) \cdot I_1 = 18$; $(R_1+9) \cdot I_1 = 3$; $R_1 = \frac{3}{I_1} - 9$

$\left(\frac{18I}{I_1} - 9\right) \cdot I_1 = 3$; $18I - 9I_1 = 3$; $6I = 3I_1 + 1$; $I_1 = \frac{6I-1}{3}$

$\cancel{I_1 = 2I - \frac{1}{3}}$

$R_1 I_1^2 > R I^2 = R\left(\frac{3I_1+1}{6}\right)^2$ $R_1 = \frac{9}{6I-1} - 9 =$

$36 R_1 I_1^2 > R(9I_1^2 + 6I_1 + 1) = 18(9I_1^2 + 6I_1 + 1)$ $= \frac{9 - 54I + 9}{6I-1} = \frac{18-54I}{6I-1}$

$R_1 I_1^2 > I^2 R$; $\frac{18-54I}{6I-1} \cdot \frac{(6I-1)^2}{9} > I^2 18$

$(2-6I)(6I-1) > 18I^2$; $-36I^2 + 6I + 18I - 2 > 18I^2$; $24I - 2 > 54I^2$

$0 > 54I^2 - 24I + 2$; $0 > 27I^2 - 12I + 1$

$D = 144 - 4 \cdot 27 = 144 - 80 - 28 = 144 - 108 = 36$

$I = \frac{12 \pm 36}{54} = \frac{48}{54} = \frac{8}{9}$ или $A \frac{24}{54}$ 0 $-$ $\frac{8}{9}$ $+$ I

$0 < I < \frac{8}{9}$.

$27I^2 - 12I + 1$

$I_1^2 R_1 = I_1^2 \cdot \frac{3}{I_1} - 9$ — max; $I_1 = \frac{3}{R_1+9}$

$R_1 \cdot \frac{9}{(R_1+9)^2}$ — max; $\frac{9R_1}{(R_1+9)^2}$ — max? $R_1 + 9 \geq 2\sqrt{9R_1}$

$(R_1+9)^2 \geq 4 \cdot 9R_1$

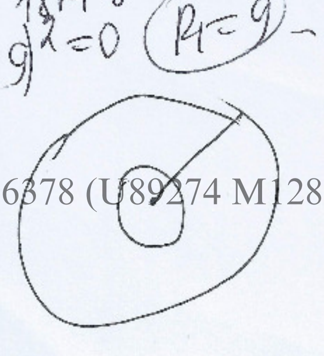
$R_1^2 + 18R_1 + 81 = 36R_1$ $\frac{9R_1}{(R_1+9)^2} \leq \frac{9R_1}{4 \cdot 9R_1} = \frac{1}{4}$; 1

$R_1^2 - 18R_1 + 81 = 0$

$(R_1 - 9)^2 = 0$ $R_1 = 9$

$T = \frac{2\pi \cdot (2R)}{v}$ 11313,7084989476

4.



$v = \sqrt{g \cdot 2R}$