Часть 1

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

Шифр: **21205093**

ID профиля: **259899**

Вариант 3

Чистовик 09-03

№1

Дано:

$M = 0{,}45$ кг

$\rho_0 = 1 \cdot 10^3$ кг/м^3

$\rho = 0{,}9 \cdot 10^3$ кг/м^3

$t_1 = 30°C$

$V_1 = 25$ см^3

$\lambda = 3{,}36 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

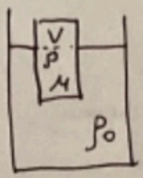
$c = 4{,}2 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

V - ?

m - ?

Решение:

1)



По закону Архимеда:

(1) $F_A = F_T$

(2) $F_A = \rho_0 V_п g$, $V_п$ - объём погружённой части.

(3) $F_T = Mg$

(4) $V_п = \frac{M}{\rho} - V$

Подставим (4),(3),(2) в (1):

$$\boxed{Mg = g\rho_0\left(\frac{M}{\rho} - V\right)} \Leftrightarrow \frac{M}{\rho_0} = \frac{M}{\rho} - V \Leftrightarrow V = \frac{M}{\rho} - \frac{M}{\rho_0} = M\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right) = 0{,}45\left(\frac{1}{900} - \frac{1}{1000}\right) = 0{,}00005 \text{ м}^3$$

2) По ур-нию теплового баланса:

$$Q_п = Q_з$$

$Q_п = mc(t_1 - t_0)$, t_0 - температура в сосуде, $t_0 = 0°C$

$Q_з = m_1 \lambda$

$(M - m_1)g = \rho_0 g(V - V_1)$ ← По закону Архимеда $\Leftrightarrow \boxed{m_1 = M - \rho_0 \cancel{g}(V - V_1)}$, Подставим в ур-ние теплового баланса:

$$mc(t_1 - t_0) = (M - \rho_0 \cancel{g}(V - V_1)) \cdot \lambda \Leftrightarrow m = \frac{(M - \rho_0 \cancel{g}(V - V_1)) \cdot \lambda}{t_1 - t_0} = \frac{(0{,}45 - 1000 \cdot (0{,}00005 - 0{,}000025)) \cdot 3{,}36 \cdot 10^5}{(30° - 0°) \cdot 4200} =$$

$\Leftrightarrow m \approx 1{,}13$ кг

$$\boxed{\text{Ответ: } V = 0{,}00005 \text{ м}^3;\ m = 1{,}13 \text{ кг}}$$

1

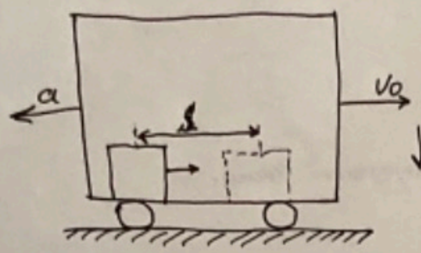
Чистовик 09-03

Дано:

$V_0 = 10$ м/с
$a = 2$ м/с²
$S = 12$ м
$g = 10$ м/с²

L - ?
μ - ?
T - ?
U_{max} - ?

Решение:



N2

1) $L = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2a}$, где: V_1 – конечная скорость платформы, $V_1 = 0$ м/с.

$L = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{100}{4} = 25$ м.

2) По закону сохранения энергии:

$A_{тр} = \Delta E_к$

$A_{тр} = mg\mu \cdot S$

$\Delta E_к = \frac{mV_0^2}{2}$

$mg\mu S = \frac{mV_0^2}{2}$ $\mu = \frac{V_0^2}{2gS} = \frac{100}{20 \cdot 12} = \frac{5}{12}$

3) Т.к. коробка обладает свойством инерции, то она пыталась двигаться с постоянной скоростью V_0. Из-за этого она начинает двигаться вперед по инерции. Перейдём в СО, связанную с платформой: коробка начинает движение от задней стенки с ускорением μg, следовательно, до полной остановки платформы скорость коробки растёт в СО платформы с ускорением μg:

$a = \mu g$

$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2S}{a}} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2S}{\mu g}} = \sqrt{\frac{24}{\frac{5}{12} \cdot 10}} = 2{,}4$ с.

~~2) $S = S_1 - S_2$ S_1 – до остановки, S_2 – после остановки коробки~~

~~$m S_1 \mu g = \frac{mV_0^2}{2}$ ... $S_1 = S + \frac{a}{2}\left(\frac{V_0}{a} - T\right)^2 = 12 + 1\left(\frac{10}{2} - 2{,}4\right)^2 = 14{,}56$~~

~~$S_2 = a\left(\frac{V_0}{a} - T\right)^2 / 2$~~

4) $U = |(V_0 - at) - (V_0 - \mu g t)| \Rightarrow U = \mu g t - at \Rightarrow U = t(\mu g - a)$

$U_{max} = T_{max} \cdot (\mu g - a) = 2{,}4\left(\frac{50}{12} - 2\right) = 5{,}2$ м/с

Ответ: $L = 25$ м; $\mu = \frac{5}{12}$; $T = 2{,}4$ с; $U_{max} = 5{,}2$ м/с

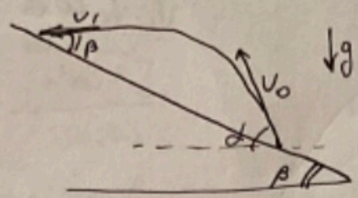
2

21205093 (U259899 M1279025)

Цисмавели 09-03

№3

Дано:	Решение:
$V_0 = 12$ м/с	
$tg\,\alpha = \frac{8}{3}$	
$g = 10$ м/с²	
H-? $tg\beta$-?	
T-? μ-?	



Поскольку мешочек перед столкновением двигался горизонтально, и $\alpha \approx 70°$, получаем, его бросили вверх по склону, причём он упал на склон в наивысшей точке подъёма, т.к. только тогда он двигался горизонтально.

1) В этой точке $v_y = 0$, следовательно;

$v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha$

$$\frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = tg^2\alpha \Rightarrow \frac{\sin^2\alpha}{1-\sin^2\alpha} = tg^2\alpha \Leftrightarrow \frac{1}{\frac{1}{\sin^2\alpha}-1} = tg^2\alpha \Rightarrow \frac{1}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{tg^2\alpha}+1 \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{1}{\frac{1}{tg^2\alpha}+1} = \left(\frac{8}{\sqrt{73}}\right)^2 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{8}{\sqrt{73}}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{64}{73}} = \sqrt{\frac{9}{73}} = \frac{3}{\sqrt{73}}$$

По закону сохранения энергии:

$$mgH + \frac{mv_x^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow H = \frac{v_0^2 - v_x^2}{2g} = v_0^2\,\frac{1-\cos^2\alpha}{2g} = 144\,\frac{1-\frac{9}{73}}{20} = 72\,\frac{\frac{64}{73}}{10} \approx \underline{6{,}3\text{ м}}.$$

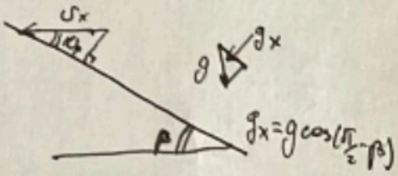
2) $tg\beta = \frac{H}{L}$, L - дальность полёта мешка до падения на плоскость.

$$L = v_{0x}\cdot t = \frac{v_{0y}}{g}\cdot v_{0x} = \frac{v_0^2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{g}$$

$$tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{\frac{v_0^2}{2g}(1-\cos^2\alpha)}{\frac{v_0^2}{g}(\sin\alpha\cdot\cos\alpha)} = \boxed{\frac{1-\cos^2\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha}} = \frac{1-\frac{9}{73}}{2\frac{3}{\sqrt{73}}\cdot\frac{8}{\sqrt{73}}} =$$

$$tg\beta = \frac{\frac{64}{73}}{\frac{6\cdot 8}{73}} = \frac{8\cdot 8}{6\cdot 8} = \boxed{\frac{8}{6}}$$

3) Когда мешочек упадёт на плоскость, его проекция скорости на плоскость будет не равна 0, следовательно, он проедет вверх до остановки и покатится вниз. Найдём время до остановки:



$$ma = mg_x \Rightarrow a = g\cos\left(\frac{\pi}{2}-\beta\right) = \boxed{g\sin\beta}$$

$$V_x\cos\beta = aT \Leftrightarrow T = \frac{v_0\cos\alpha}{g}\,ctg\beta = \frac{6}{8}\,\frac{12\cdot\frac{3}{\sqrt{73}}}{10} \approx \frac{3{,}7}{\sqrt{73}} \approx 0{,}32\text{с}.$$

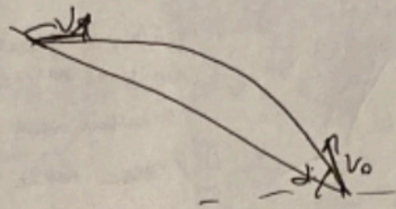
4) $ma = mg_x - mg_y\mu_{min}$, т.к. мешок неподвижен $a = 0 \Rightarrow g_y\mu_{min} = g_x \Leftrightarrow \cos\beta\,\mu_{min} = \sin\beta \Rightarrow \mu_{min} = tg\beta = \frac{8}{6}$

Если $\mu \geq \mu_{min}$, то мешок останется неподвижным после остановки.

Ответ: $H = 6{,}3$ м; $tg\beta = \frac{8}{6}$; $T = 0{,}32$с; $\mu \geq \frac{8}{6}$

3

Черновик



$V_1 = V_0 \cos\alpha$

$\frac{\sqrt{1^2-\cos^2\alpha}}{\cos\alpha} = tg\,\alpha$

$1^2 - \cos^2\alpha = tg\,\alpha \cdot \cos\alpha$

$\cos^2\alpha + tg\,\alpha \cos\alpha - 1 = 0$

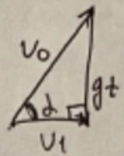
$\cos\alpha = \frac{-tg\,\alpha + \sqrt{tg^2\alpha + 4}}{2} = \frac{-\frac{8}{3} + \sqrt{\frac{64}{9}+4}}{2}$

$\boxed{t = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}}$

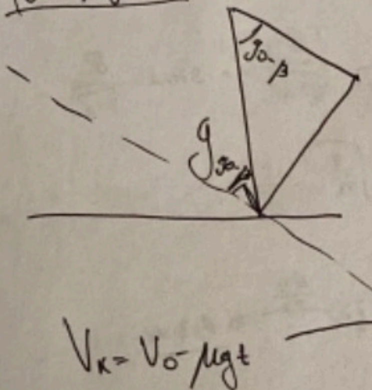
$V_0 + \mu g t$

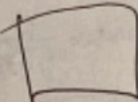
$\boxed{U = \mu g t - a t}$

υ_0

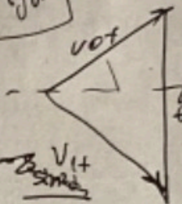


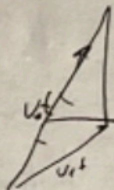
$\boxed{\frac{gt}{V_1} = tg\,\alpha}$





$H = V_0 \sin\alpha\, t$





$1 - \frac{64}{73} = \frac{9}{73}$

$tg^2\alpha = \frac{1 - \cancel{\sin^2\alpha}}{\cancel{1-\sin^2\alpha}}$ $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

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

$V_K = V_0 - \mu g t$

$tg^2\alpha = \frac{1}{\frac{1}{\sin^2\alpha} - 1}$

$\sin^2\alpha = \frac{1}{\cancel{tg}\, ctg^2\alpha}$

$\frac{3}{\sqrt{73}}$

$V_T = V_0 - a t$

$\frac{1}{tg^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha} - 1$

$\sin^2\alpha \cdot \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = 1$

$V_0 - a t = V_0 - \mu g t$

$\frac{1}{\frac{9}{64} + \frac{64}{64}}$ $\sqrt{\frac{64}{73}}$ $\frac{1}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{tg^2\alpha} + 1 = \frac{tg^2\alpha + 1}{tg^2\alpha}$

$\mu g t = a t$

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

$\frac{\upsilon_0^2}{14{,}56 \cdot 2 \cdot 10}$ $V_0 - \mu g t = V_0 - a t$

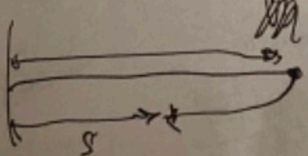
$\frac{1}{tg^2\alpha} + 1 = \frac{1}{\sin^2\alpha}$

$\frac{\upsilon_2^2}{2} = \frac{\upsilon_1^2}{2} + gh$

$\frac{\frac{64}{9}}{\frac{73}{9}} = \frac{64}{73}$

$\frac{5}{14{,}56}$

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



$\boxed{\frac{8}{\sqrt{73}}} = \sin\alpha$

$\frac{\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2}{2} = gh$

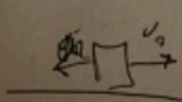
$\frac{tg^2\alpha}{tg^2\alpha + 1}$

$\frac{26}{12} \cdot 2{,}4$

$\frac{144 - \left(12 \cdot \frac{3}{\sqrt{73}}\right)^2}{20} = \frac{144 - \frac{144 \cdot 9}{73}}{20}$

$S_1 g \mu = \frac{V_0^2}{2}$

$\frac{50 - 24}{12} = \frac{0{,}2\ 26}{12} \cdot 24 \cdot 0{,}1$



$\mu g = V_0$

a

$2{,}6 \cdot 2 = 12$

$0{,}000025 \cdot 1000 = 0{,}025$

4

$4{,}25 \cdot 3{,}36 \cdot 10^5$

Часть 2

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

Шифр: **21205093**

ID профиля: **259899**

Вариант 3

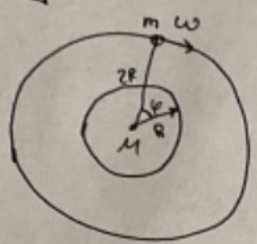
Чистовик 09-03

№4

Дано:
$R = 6400$ км
$g = 10$ м/с²

T - ?
t_1 - ?
V - ?

Решение:



Поскольку спутник не отдаляется и не приближается к Земле, то на него действуют две скомпенсированные силы - сила притяжения к Земле и центростремительная.

$$F_{ц.с.} = F_T$$

$$m\omega_1^2 R_1 = G\frac{Mm}{R_1^2}, \quad R_1 = 2R.$$

$$\omega_1^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{GM}{R_1^3}$; Заметим, что на поверхности Земли: $mg = G\frac{Mm}{R^2} \Rightarrow g = \frac{GM}{R^2}$, тогда наше у-ние принимает вид:

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{8R} \Rightarrow T^2 = \frac{32\pi^2 R}{g} \Rightarrow T = \pi\sqrt{\frac{32R}{g}} = 14210\ с.$$

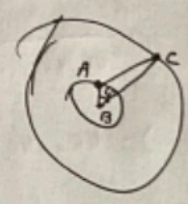
Расстояние между наблюдателем и спутником можно найти через треугольник ABC:

AC - требуемое расстояние, $AB = R$, $BC = 2R$,

По теореме косинусов:

$$\boxed{l^2 = R^2 + 4R^2 - 4R^2 \cdot \cos\varphi}$$

Найдём угловую скорость спутника и наблюдателя,



$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega_H = \frac{2\pi}{T_0}; \quad T_0 = 365\ дней.$$

$$\boxed{\varphi = (\omega_0 - \omega_H) \cdot t}$$

Найдём скорость роста l^2: $(l^2(\varphi))' = \sin(\varphi) \cdot 4R^2 = V(\varphi)$

$V'(\varphi) = \cos\varphi \cdot 4R^2 \quad V'(\varphi) = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90° = \frac{\pi}{2}$

$$\frac{\pi}{2} = \left(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi}{T_0}\right)t \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{T_0 - T}{T_0 T}\right)t \Rightarrow \boxed{\frac{T_0 T}{2(T_0 - T)} = t} \Rightarrow t = t_1 = \frac{(365 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24) \cdot 14210}{2(365 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 - 14210)} = 7108{,}2\ с.$$

$= V = 160$ м/с

Ответ: $T = 14210$ с; $t_1 = 7108{,}2$ с; $V = 160$ м/с

1

Чистовик 09-03

№5

Дано:

$U = 6$ В

$P = 1$ Вт

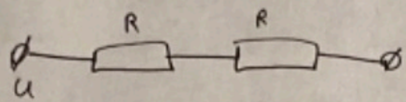
R - ?

R_1 ?

P_{max} - ?

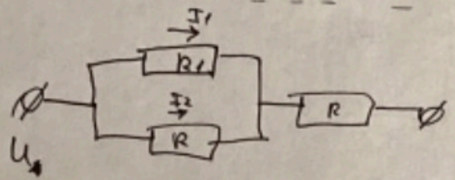
Решение:

1)



$$P = \frac{U^2}{2R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{2P} = \frac{36}{2} = 18 \text{ ом}$$

2)



Ток в цепи:

$$\left.\begin{aligned} I_0 &= \frac{U_0}{R_0} \\ R_0 &= \frac{R_1 R}{R_1 + R} + R \end{aligned}\right\} \Rightarrow I_0 = \frac{U_0 (R_1 + R)}{2R_1 R + R^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R}{R_1}; \quad I_1 + I_2 = I_0 \Rightarrow I_1 = I_0 \frac{R}{R + R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{2R_1 + R}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = U^2 \frac{R_1}{(2R_1 + R)^2}$$ – Это функция зависимости P от R_1. Найдём её максимум:

$$P_1 = U^2 \frac{R_1}{4R_1^2 + 4R_1 R + R^2} = U^2 \frac{1}{4R_1 + 4R + \frac{R^2}{R_1}}$$; P_1 - максимальна, при $4R_1 + 4R + \frac{R^2}{R_1}$ - минимальна.

$$f(R_1) = 4R_1 + 4R + \frac{R^2}{R_1}; \quad f'(R_1) = 4 - \frac{R^2}{R_1^2}; \quad f'(R_1) = 0 \Rightarrow 4 = \frac{R^2}{R_1^2} \Rightarrow R_1 = \frac{R}{2}$$

$$P_{max} = \frac{U^2 R_1}{(2R_1 + R)^2}$$

$P_{max} = 0{,}25$ Вт

$R_1 = \frac{R}{2} = 9$ ом

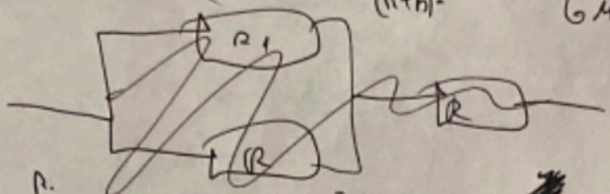
$\boxed{\text{Ответ: } R = 18 \text{ ом}; \ R_1 = 9 \text{ ом}; \ P_{max} = 0{,}25 \text{ Вт}}$

2

21205093 (U259899 M1279026)

Черновик

$\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \boxed{\omega_c - \omega_n}$ $m\omega^2 (R+h) = G\frac{Mm}{(R+h)^2}$ $GM = gR^2$ $T = \frac{2\pi(R+h)}{R}\sqrt{\frac{R+h}{g}}$



$P = \frac{U^2}{2R} \Rightarrow$ 36 I $\frac{6}{36} = \frac{1}{6}$ A

$\frac{1}{36}\cdot 18 + \frac{1}{36}\cdot 18 =$

$I_2 = \frac{R}{R_1}\ 5 I \pm 0 = I_1(1+\frac{R}{R_1})$ $\frac{R+R}{R}$

$\boxed{I_2 = \frac{R_1}{R} I_1}$

$I = \frac{u}{R_0}$

$I_1 = \frac{R}{R+R_1}\cdot\frac{U(R+R_1)}{R(2R_1+R)}$ $I_1(1+\frac{R_1}{R}) = I_0$ $I_1 = \frac{I_0 R}{R+R_1}$ $R_0 = \frac{R_1 R}{R_1+R} + R$

$\boxed{I_1 = \frac{U}{2R_1+R}}$ $P = I_1^2 \cdot R_1$

$R_0 = \frac{R_1R + R_1R + R^2}{R_1+R} = \frac{2R_1R+R}{R_1+R}$ $T = \frac{2\pi\cdot 2R}{R}\sqrt{\frac{2R}{g}}$

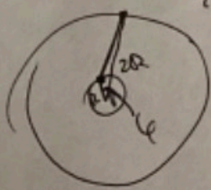
$P = \frac{U^2}{(2R_1+R)^2}\cdot R_1$ $\Pi^2 \frac{R}{R}$

$I_1 = \frac{\frac{(2R_1+1)R}{R_1+R}\cdot R}{R_1+R}$ $T = 4\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

$P = u^2\left(\frac{R_1}{(2R_1+R)^2}\right)$ $\frac{R_1}{4R_1^2+4R_1R+R^2} = \frac{1}{(4R_1+4R+\frac{R^2}{R})}$

$8R_1^3 = R^2$ $R^2 \cdot R_1^{-1}$

40,5 $4R_1 + 4R + \frac{R^2}{R_1}$ - min $\frac{1}{R_1} = k$



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

$4 - R^2R^{-2} = 0$ $4 = \frac{R^2}{R_1^2}$

$\frac{4\pi}{T}\cdot 2R = G\frac{M}{4R^2}$ 10 $mg = G\frac{Mm}{R^2}$ $(2R_1)^2 = R^2$

$\frac{18}{(3\cdot 18+18)^2} = \frac{18}{4\cdot 18^2}$ $m\omega^2 R = G\frac{Mm}{R^2}$ $\frac{8R\pi}{T} = \frac{g}{4}$ $g = \frac{GM}{R^2}$ $\frac{g}{4}$ $\frac{4\cdot 18+82}{6/18}$ $R_1 =$

$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_1}\right)^3$ 0,333

$\frac{1}{T} = \frac{g}{48R\pi}$ 7110 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{8}$

$\frac{GM}{8R^3} = \frac{GM}{R^2}\ \frac{1}{8R}$ $T = \frac{32R\pi}{g} =$

$g = \frac{GM}{R^2}$ 15 7478,54 $T_1 = T_2 \cdot 2\sqrt{2}$

2,236,06

$\frac{M}{\frac{M}{C^2}} = \sqrt{C^2}$ $\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{8R}{g}$ $\ell = \sqrt{\ }$

$mg +$ $\Delta\omega = 2\pi\left(\frac{T_0 - T}{T_0 T}\right)$ $\ell = 8$

$8R_1 - \frac{R^2}{R_1^2} = 0$ $T^2 = \frac{32\pi R}{g}$

36-8

$\frac{36\cdot 3}{(6+8)^2}$ $\ell_1 = 8$ $(\sqrt{5R} - \sqrt{5})R$

$4R_1 = \frac{R^2}{R_1}$ $4R_1 = \frac{R^2}{R_1}$ $\ell_1 = \sqrt{5}R$ 3

$4R_1^3 = R^2$ $\frac{18\cdot 18}{4} = R_1^3$ $32 + \frac{18^2}{8}$ $\ell_2 = R\sqrt{5R - 4\cos\varphi}$

$36 + \frac{18^2}{9}$