Часть 1

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

Шифр: **21205282**

ID профиля: **353561**

Вариант 4

Чистовик. Физика.

№1.

1) Лёд плавает $\Longrightarrow$ $F_{тяж} = F_A$; $Mg = \rho_0 V_{пог} g$; $V_{пог} = \frac{M}{\rho_0} = 0{,}00036\ м^3 = 360 см^3$.

2) Т.к. в самом начале система было в теплом равновесии $\Rightarrow t_0 = 0°C$.

Найдём ~~массу~~ объём льда изначально. $M = \rho_л V_0$; $V_0 = \frac{M}{\rho_л} = 0{,}0004\ м^3 = 400 см^3$.

Заметим, что раз лёд плавает, то: $\rho_л V_л g = \rho_0 V_1 g$: $\frac{\rho_л}{\rho_0} = \frac{V_1}{V_л} = const$.

После лёд ещё плавал, т.к. $V_1 < V_{пог} \Longrightarrow t_2 = t_0 = 0°C$. Но стало льда:

$\frac{\rho_л}{\rho_0} = \frac{V_{пог} - V_1}{V_2}$ после равновесия $\Longrightarrow V_2 = \frac{\rho_0}{\rho_л} \cdot (V_{пог} - V_1) = \frac{10}{9} \cdot 240 см^3 = \frac{800}{3} см^3$.

$M_{1л} = V_2 \cdot \rho_л = \frac{800}{3} см^3 \cdot 0{,}9 г/см^3 = 240\ г = 0{,}24 кг$

Запишем уравнение теплового баланса:

$Q_1 = Q_2 \longrightarrow$ часть воды (вся новая) остыла, и её было m.

часть лёд растаяла

$$\lambda_л (M - M_{1л}) = c_в \cdot m \cdot (t_x - \overset{0°C}{t_2})$$

$$\lambda_л (M - M_{1л}) = c_в\, m \cdot t_x$$

$$t = t_x = \frac{\lambda_л (M - M_{1л})}{c_в m} = 12°C = \frac{336000 \frac{Дж}{кг} \cdot 0{,}06 кг}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 0{,}4 кг}$$

Ответ: $V = 360 см^3$; $t = 12°C$.

№2.

Найдём ускорение автомоб. в набл. СО:

~~a_1~~ $v_1 = 0 = v_0 - a_1 T$; $a_1 = \frac{v_0}{T} = 1{,}25\ м/с^2$.

1) $L_1 = v_0 T - \frac{a_1 T^2}{2} = v_0 T - \frac{\frac{v_0}{T}\cdot T^2}{2} = v_0 T - \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2} = \frac{5 м/с \cdot 4с}{2} = 10м.$

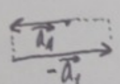
По закону сохранения энергии $\vec{S} = \frac{\vec{v_0}^2 - \vec{v_1}^2}{-2\vec{a}}$, ~~значит $a = a_A = \frac{v_0^2 - 0^2}{2S} =$~~

В неподвижн. СО, коробка сдвинулась на L_1, да ещё и на $S \Rightarrow |\vec{S}| = L + S$.

Значит:

2) $a = a_A = \frac{v_0^2 - 0^2}{2(L+S)} = \frac{25 м^2/с^2}{2\cdot(10+2{,}5)м} = 1 м/с^2.$

Найдём a_0 коробки в СО автомобиля: $\vec{a_0} = \vec{a_A} - \vec{a_{CO}} = \vec{a_A} - \vec{a_1}$



$|\vec{a_0}| = a_1 - a_A = 1{,}25 м/с^2 - 1 м/с^2 = 0{,}25 м/с^2$. Это ускорение, когда автомобиль ещё ехал (в течении T). После $\vec{a_1} = 0$.

После $\vec{a_0'} = \vec{a_A}$.

Найдём наиб. скор. Это в момент $t = T$, ведь $v_0 = a_0 t \Rightarrow t \to max$.

4) $U_{max} = a_0 T = 0{,}25 м/с^2 \cdot 4с = 1 м/с$.

После, в течении τ, коробка тормозила с ускорением a_0'.

$0 = U_{max} - a_0' \cdot \tau$;

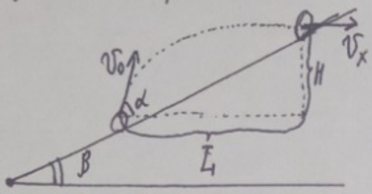
3) $\tau = \frac{U_{max}}{a_0'} = \frac{1 м/с}{1 м/с^2} = 1с$ (время это можно было найти, сказав, что в наб. СО $0 = v_0 - a_A\cdot(T+\tau)$. $\tau = \frac{v_0}{a_A} - T = 5с - 4с = 1с$).

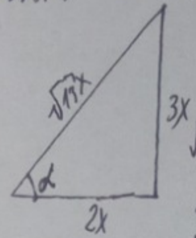
Чистовик. Физика.

№3.

(шарик кидали вверх, иначе б не было горизонтальной скорости).

Заметим, что раз шарик горизонтально $\Longrightarrow$ исчезла вся $v_y \Longrightarrow 0 = v_y - gT$;





$tg\alpha = \frac{3}{2}$

$\sqrt{3^2+2^2} = \sqrt{9+4} = \sqrt{13}$

$\sin\alpha = \frac{3x}{\sqrt{13}x} = \frac{3\sqrt{13}}{13}$

$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$

$v_y = v_0 \cdot \sin\alpha$

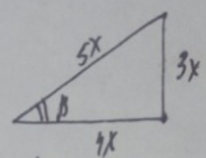
$0 = v_0 \sin\alpha - gT$;

1) $T = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} = \frac{10 м/с \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{10 м/с^2} \approx 0{,}832 с \approx 0{,}83 с$

$tg\beta = \frac{H}{L_1}$; $H = v_0 \sin\alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = \frac{2v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$L_1 = v_0 \cos\alpha \cdot T = v_0 \cos\alpha \cdot v_0 \sin\alpha \cdot \frac{1}{g} = v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha \cdot \frac{1}{g}$

2) $tg\beta = \frac{H}{L_1} = \frac{\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}}{\frac{1}{g} \cdot v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha \cdot 2g} \cdot g = \frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha} = \frac{1}{2} tg\alpha = \frac{1}{2} \cdot 1{,}5 = 0{,}75.$

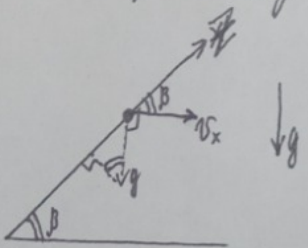


$tg\beta = 0{,}75$

$\cos\beta = \frac{4}{5} = 0{,}8$

$\sin\beta = \frac{3}{5} = 0{,}6$

Перед падением у шарика была горизонтальная скорость, равная $v_x = v_0 \cdot \cos\alpha$. Найдём с какой скоростью поедет шарик вверх, если поверхность гладкая.



Ox: $v_z = \cos\beta \cdot v_x = v_0 \cos\alpha \cdot \cos\beta$

$a_z = -g \cdot \sin\beta$

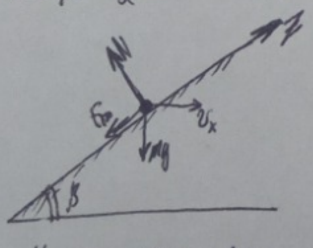
Ox: $v_0 \cos\alpha \cdot \cos\beta - g \sin\beta \cdot \tau = 0$

$\tau = \frac{v_0 \cos\alpha}{g\, tg\beta} = \frac{v_0 \cos\alpha \cdot \cos\beta}{g \sin\beta}$

3) $S = v_0 \cos\alpha \cdot \cos\beta \cdot \tau - \frac{g \sin\beta \cdot \tau^2}{2} = \frac{v_0^2 \cos^2\alpha \cdot \cos^2\beta}{g \sin\beta} - \frac{v_0^2 \cos^2\alpha \cdot \cos^2\beta}{2 g \sin\beta} = \frac{v_0^2 \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos^2\beta}{2 \cdot g \cdot \sin\beta}$

$S = \frac{100 м^2/с^2 \cdot \frac{4}{13} \cdot \frac{16}{25}}{2 \cdot 10 м/с^2 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{64}{39} м \approx 1{,}641 м.$

4)



$N \cdot \mu = F_{тр}$

шарик сильнее вдавливается из-за v_x

Мне кажется, что за dx, v что на шершавой, что на гладкой не меняется.

Поэтому $v = v_0 \cos\alpha \cdot \cos\beta$

Черновик. Физика.

№1.

$M = 0{,}36$ кг $\quad V = 0{,}0004\ м^3$. $\quad F_{выт} = \rho_0 V_п g$

$\rho_л = 900$ кг/м^3 $\quad V_{под.} = V \cdot \frac{\rho_л}{\rho_0} = 0{,}00036\ м^3 = 360\ см^3$

$t_0 = 0°C$.

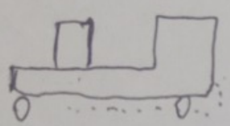
$\Delta m \cdot 108\ ?$

$\lambda \Delta m = c_0 M \cdot (t_x - \overset{0°C}{t_0})$

$t_x = \frac{\lambda \Delta m}{c_0 M} = 21{,}1°C$

№2.

$\overleftarrow{a}$ $\quad \overrightarrow{v_0}$

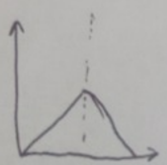


$T = 4c$ $\quad S = 2{,}5$ м

$a_1 = \frac{v_0}{T'}$ $\quad \begin{cases} S = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = \frac{a T^2}{2} \\ S = v_0 t - \frac{v_0}{2} t^2 = \frac{v_0 t}{2} = 10\ м \end{cases}$

$a_1 = \frac{v_0}{T} = 1{,}25$ м/с^2

$2{,}1$



$\cancel{\quad}\ ?$ $\quad L + S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$

$\vec{a}_A = \vec{a}_c + \vec{a}_0$ $\quad S = \frac{v_0 T}{2} = -\frac{a T^2}{2}$

$\vec{a}_0 = \vec{a}_1 - \vec{a}_c$ $\quad a_x = \frac{v_0 T - 2S}{T^2} = 0{,}9375$ м/с^2 $= \frac{15}{16}$ м/с^2

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

$a = \frac{v_0^2}{2(L+S)} = \frac{25}{2 \cdot 12{,}5}$

$a = 1$ м/с^2

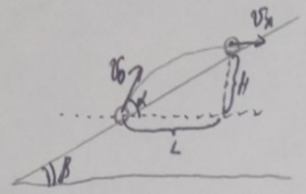
$\longleftarrow \bullet \longrightarrow$

$T_1 = \frac{v_0}{a} = 5c$ $\quad U_{max} = \overset{0{,}25\ м/с^2}{(a_1 - a)} \cdot (t_1 - t_x) = 1$ м/с

$t_x = 1c$

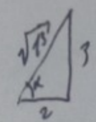
21205282 (U353561 M1280335)

Черновик Физика



№1.

$\cancel{T} = v_0 \sin\alpha - gT = 0$ $tg\alpha = 1{,}5$



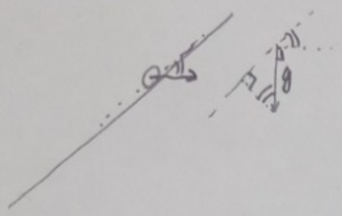
$\sin\alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$

1) $T = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$H = v_0 T \sin\alpha - \frac{gT^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$L = T \cdot v_0 \cos\alpha$

2) $tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}}{v_0 \cos\alpha \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g}} = \frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha} = \frac{1}{2} tg\alpha$



$\cancel{F\Delta t} = p$ $\frac{F}{\tau}$

$mv = м \cdot м/с = \frac{м \cdot м/с^2}{с} = \frac{F}{\tau} = p$

3,605551275

21205282 (U353561 M1280335)

Часть 2

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

Шифр: **21205282**

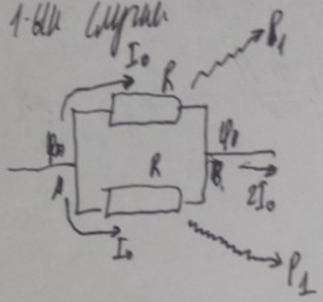
ID профиля: **353561**

Вариант 4

Чистовик. Физика

№5.

1-ый случай



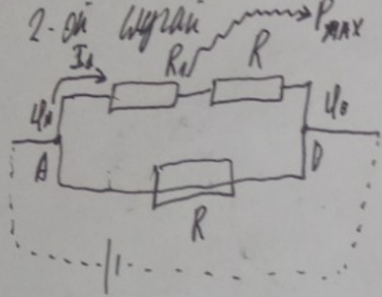
$\varphi_A - \varphi_B = U$

$I_0 = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{R} = \frac{U}{R}$

$P_1 = UI_0 = \frac{U^2}{R}$; $P = 2P_1 \Rightarrow \frac{1}{2}P = \frac{U^2}{R}$

1) $R = \frac{2U^2}{P} = 16$ Ом

2-ой случай



$$\begin{cases} \text{I} \; \varphi_A - \varphi_B = U \\ \text{II} \; \varphi_A - \varphi_B = I_1 R_1 + I_1 R = I_1(R_1 + R) \end{cases}$$

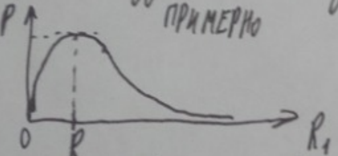
$I_1 = \frac{U}{R + R_1}$

$P_{max} = I_1^2 R_1 = \frac{U^2}{(R+R_1)^2} \cdot R_1 \Rightarrow P(R_1) = f(x)$

$P(R_1) = U^2 \cdot \frac{R_1}{(R+R_1)^2} \xrightarrow[R_1]{} max$

$P'(R_1) = U^2 \cdot \frac{R^2 + 2R \cdot R_1 + R_1^2 - (2R + 2R_1) \cdot R_1}{(R+R_1)^4} = U^2 \cdot \frac{R^2 - R_1^2}{(R+R_1)^4} = 0 \Rightarrow R^2 - R_1^2 = 0$; $(R+R_1)(R-R_1) = 0$, т.к. $R, R_1 \geq 0 \Rightarrow$

2) $\Rightarrow R_1 = R = 16$ Ом – при этом будет макс., т.к. других полож. корней нет, а при $R_1 = 0$, $P = 0$; $R_1 \to \infty$, $P = 0$:



Если $R_1 = R$, то $P_{max} = \frac{U^2}{(R+R_1)^2} \cdot R_1 = \frac{U^2}{(2R)^2} \cdot R = \frac{U^2}{4R}$

3) $P_{max} = \frac{U^2}{4R} = 0,25$ Вт.

1 из 3

21205282 (U353561 M1280336)

№4.

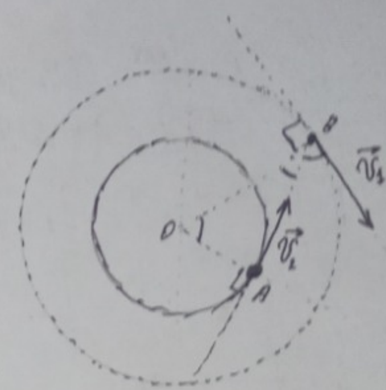
Найдём g^*, действующая на спутник. Известно, что $g = G\frac{M}{R^2}$ на поверхн. Земли, где M - масса Земли, R - её радиус. Спутник вращается по радиусу $R_1 = \sqrt{2}R \Rightarrow F_{тяг} = G\frac{m \cdot M}{R_1^2} \Rightarrow mg^* = G\frac{mM}{2R^2}$

$g^* = G\cdot\frac{M}{R^2}\cdot\frac{1}{2} = g\frac{1}{2} = \frac{g}{2} = a_{центр.}$ $R = 6400$ км $= 6400\,000$ м.

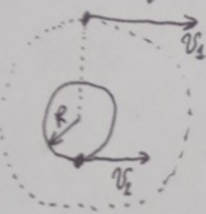
$a_ц = \omega_1^2 R_1$; $\omega_1 = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T_1}$

$a_ц = \frac{4\pi^2}{T^2}R_1$; $\frac{g}{2} = \frac{4\pi^2}{T^2}R_1$; $T^2 = \frac{8\pi^2 R_1}{g} = \frac{8\sqrt{2}\pi^2 R}{g}$

1) $T = \sqrt{\frac{8\sqrt{2}\pi^2 R}{g}} \approx 8463,6\,c$.

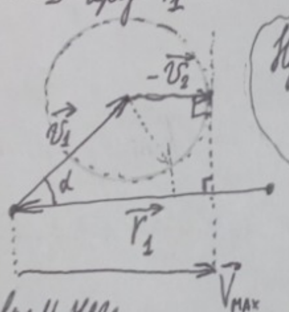


Найдём, что за момент нам говорят:



Они сейчас сближаются

через T_1



Нужно, чтобы проекция $\vec{v}_1 - \vec{v}_2$ на $\vec{r}_1$ была максимальной. Значит $\vec{v}_2 \parallel \vec{r}_1$.

Заметим, что $\vec{v}_1$ всегда под каким-то углом к $\vec{r}_1$, он никогда не будет направлен вдоль него

Сначала найдём ω_1 и ω_2:

$\omega_1^2 R_1 = \frac{g}{2}$; $\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{2\sqrt{2}R}} \approx 0,00074385\,c^{-1}$.

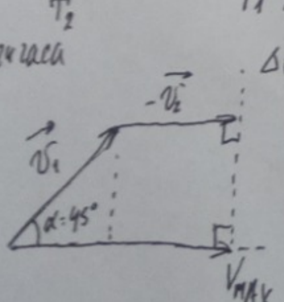
$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$

$T_2 = 24$ часа

$\vec{r}_1$ - катет в прямоуг. $\triangle OBA$.; $r_1 = \sqrt{OB^2 - OA^2} = \sqrt{2R^2 - R^2} = R = OB$.

$\triangle OBA$ - равнобед. $\angle BOA = 45° = \angle OBA$

3)



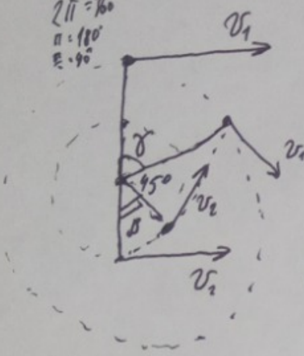
$V_{max} = v_2 + \cos\alpha \cdot v_1 = \omega_2 R + \cos\alpha \cdot \omega_1 R_1 = \frac{2\pi}{T_2}\cdot R + \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\sqrt{2}R\cdot\omega_1 = (\omega_1 + \omega_2)R$

$V_{max} \approx 5222,2$ м/с.

Чистовик. Физика

Продолжение 1.

$2\pi = 360°$
$\pi = 180°$
$\frac{\pi}{2} = 90°$



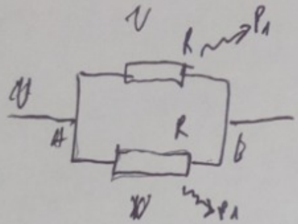
$$\gamma + \beta = \omega_1 \cdot T_1 + \omega_2 \cdot T_1 = T_1(\omega_1 + \omega_2)$$

$$\gamma + \beta = 135° = \frac{3}{4}\pi \text{ рад.}$$

2) $$T_1 = \frac{\frac{3}{4}\pi}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{\frac{3}{4}\pi}{0{,}0008159785} \approx \frac{5775{,}11}{2} \approx 2887\,c$$

Черновик.

№5.



$P = UI = \frac{U^2}{R}$

$\varphi_A - \varphi_0 = U$

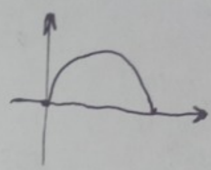
$\frac{(\varphi_A - \varphi_0)^2}{R} = \frac{U^2}{R} = P_1$ $\quad 2P_1 = P$

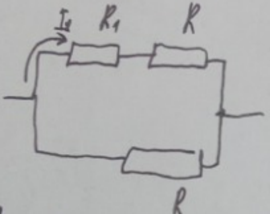
$I = \frac{2U}{R}$

$\frac{2U^2}{R} = P; \quad \frac{2U^2}{P} = R = 16$ Ом

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

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





$P_{max} = \frac{I_1^2}{R}$ $\quad I_1^2 R_1 = \frac{U^2}{(R+R_1)^2}\cdot R_1$

$P(R_1) = U^2\cdot\frac{R_1}{R^2+2RR_1+R_1^2}$

$\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x)\cdot g(x) - g'(x)\cdot f(x)}{g(x)^2}$

$P'(R_1) = U^2\cdot\frac{R^2+2R\cdot R_1+R_1^2 - \cancel{2RR_1} - 2R_1^2}{(R+R_1)^4} = U^2\cdot\frac{R^2-R_1^2}{(R+R_1)^4} = 0$

$R = R_1$ $\qquad P''(R_1) = U^2\cdot -2R_1\cdot(R+R_1)^4 - R_1^2\cdot($

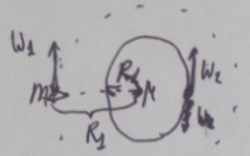
$P_{max} = \frac{U^2 R}{4R^2} = \frac{U^2}{4R} = 0{,}25$ Вт

Черновик. Физика.

№4.

$G\frac{m\cdot M}{R_1^2}=F$

$2\pi\nu=\omega=\frac{2\pi}{T}$



$F=ma_ц$

$a_ц=G\frac{M}{R_1^2}$

$\omega^2R=G\frac{M}{R_1^2}$

$R_1=\sqrt{2}\cdot R$

$G\frac{M}{R_1^2}=g$

$G\frac{M}{R_1^2}=G\frac{M}{2R^2}=\frac{1}{2}g$

$\frac{1}{2}g=a_ц=\omega^2R_1=\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R_1$

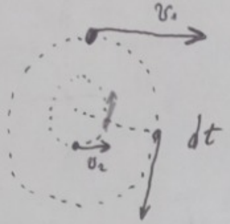
8509,21 с ≈ 2,36 часа

$\omega_1=\sqrt{\frac{\frac{1}{2}g}{R_1}}=$

$\omega_2=\frac{2\pi}{T=24ч}$

$T^2=\frac{8\pi^2R_1}{g}$; $T=\sqrt{\frac{8\pi^2R_1}{g}}\approx\sqrt{8R_1}\approx$

$T\approx 8453$ с

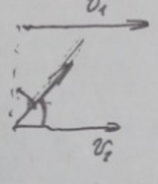


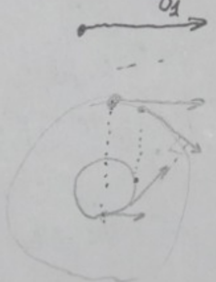
$(\omega_1+\omega_2)\tau_1=\pi$ (180°)

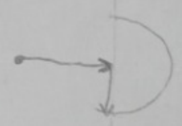
$V=v_1-v_2=\omega_1R_1+\omega_2R=R(\underbrace{\sqrt{2}\omega_1+\omega_2}_{0,00125})$

dt

$\vec{v}_1-\vec{v}_2=\vec{v}_x$







5775,1 | 2
4 | 2887
17
16
11
14
15

$|\vec{\omega}_1+\vec{\omega}_2|=\omega_1+\omega_2$