Часть 1

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

Шифр: **21204423**

ID профиля: **195145**

Вариант 4

①

Чистовик

№1

Дано:

$M = 0{,}36$ кг

$\rho_0 = 10^3 \frac{кг}{м^3}$

$\rho = 900 \frac{кг}{м^3}$

$m = 0{,}4$ кг; $V_1 = 120$ см^3 $= \frac{120}{10^6}$ м^3

$l = 3{,}36 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

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

V – ?

t – ?

Условие плавания льда:

1) $Mg = F_{арх}$ (1) $\quad F_{арх} = V \cdot \rho \cdot g$ (2)

(2) в (1):

$Mg = V \cdot \rho_0 \cdot g$

$\Downarrow$

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

$[V] = 1 \frac{кг}{\frac{кг}{м^3}} = 1 м^3$

$V = \frac{0{,}36}{1000} = 0{,}00036 м^3$

2) V_2 – объем подводной части после таяния:

$V_2 = V - V_1$;

запишем условие плавания льда после таяния:

$M' g = (V - V_1) \cdot \rho_0 \cdot g$

$\Downarrow$

$M' = (V - V_1) \cdot \rho_0$ (3)

тогда растаяло $\Delta M = M - M'$ (4)

Энергию отдаёт вода, охлаждаясь до $t = 0$ °C, т.к. лёд растаял не весь.

$Q_1 = cm \cdot t - m \cdot c \cdot t | = 0$ °C (5)

Энергию получает лёд тая:

$Q_2 = \Delta M \cdot l$ (4)

Закон сохранения энергии:

$Q_1 = Q_2$ (6)

(3)(4),(5) в 6 + (2) в (3)

$cm \cdot t = (M - (V - V_1) \cdot \rho) \cdot l$

$\Downarrow$

$t = \frac{(M - V \cdot \rho + V_1 \cdot \rho) l}{cm}$ $\quad [t] = 1 \frac{кг \cdot \frac{Дж}{кг}}{\frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot кг} = 1$ °C

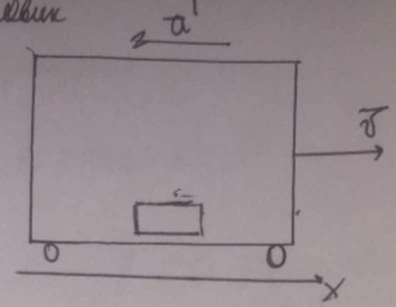
$t = \frac{(0{,}36 - 0{,}00036 \cdot 1000 + \frac{120}{10^6} \cdot 1000) \cdot 3{,}36 \cdot 10^5}{4200 \cdot 0{,}4} = 24$ (°C)

Ответ: $t = 24$ °C

21204423 (U195145 M1280135)

Чистовик

№2



Дано:
$v_0=5\frac{м}{с}$
$T=4с$
$S=2,5м$

$L-?$
$a-?$
$t-?$
$U_{max}-?$
$g=10\frac{м}{с^2}$

$$\begin{cases}\bar v=\bar v_0+\bar a t\\ \bar S=\bar S_0+\bar v_0 t+\frac{\bar a t^2}{2}\end{cases}$$ – обознач. из задачи!!!

1) OX:
$$\begin{cases}L=v_0 \cancel{T}-\frac{a'T^2}{2} \quad (1)\\ v'=v_0-a'T,\ т.к.\ v'=0,\ то\ v_0=a'T \quad (2)\end{cases}$$

(2) в (1):

$$L=\frac{v_0T}{2}$$

$$[L]=1\frac{м}{с}\cdot с=1м$$

$$L=\frac{5\cdot 4}{2}=10(м)$$

2) Заметим, что коробка изначально двигалась со скоростью v_0, также остановилась, но проехала расстояние $L+S$; пусть она двигалась время t.

тогда OX:
$$\begin{cases}L+S=v_0t-\frac{at^2}{2} \quad (3)\\ v'=v_0-at,\ т.к.\ v'=0,\ то\ v_0=at \quad (4)\end{cases}$$

4 в 3: $L+S=\frac{v_0t}{2}$

$$\Downarrow$$

$$t=\frac{2(L+S)}{v_0} \quad (5)$$ тогда 5 в 4:

$$v_0=a\cdot\frac{2(L+S)}{v_0}$$

$$\Downarrow$$

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

$$[a]=1\frac{м^2/с^2}{м}=1\frac{м}{с^2}$$

$$a=\frac{25}{2\cdot(10+2,5)}=1\left(\frac{м}{с}\right);\quad t=\frac{v_0}{a};$$

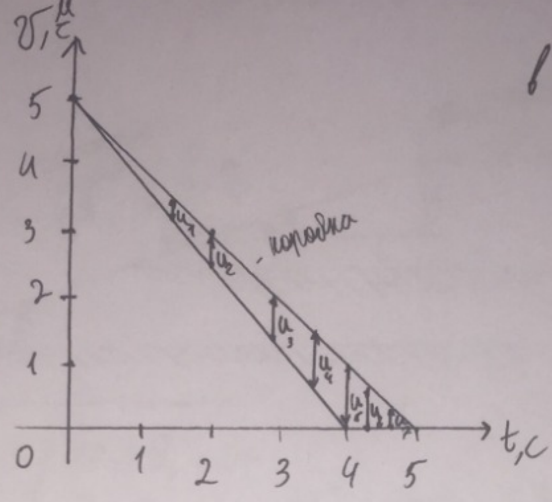
$$[t]=1\cdot\frac{м/с}{м/с^2}=1с$$

$$t=\frac{5}{5}=1с$$

Чистовик

№2 (продолжение)

3) построим графики $v(t)$ для коробки и автомобиля.



в СО автомобиля;

— скорость коробки в СО авт

$u = v_к - v_А$, тогда:

Из графика ⇒ скорость уменьшалась только последнюю секунду ⇒

$\tau = 1с$

4) Из графика получаем, что u_{max} на 4с и он равен просто $V_к$ в 4с, т.к $V_А = 0$; тогда $t_ч = 4с$

— из пред. формул

$$u_{max} = v_0 - a t_ч$$

$$[u_{max}] = 1 \frac{м}{с}$$

$$u_{max} = 5 - 1 \cdot 4 = 1 \left(\frac{м}{с}\right)$$

Ответ: 1) $L = 10м$;

2) $a = 1 \frac{м}{с}$

3) $\tau = 1с$

4) $u_{max} = 1 \frac{м}{с}$

Чистовик

№3 ④

$\downarrow \bar{g}$

Дано:

$V_0 = 10 \frac{м}{с}$

$tg\alpha = 1{,}5$

$\mu = 0{,}5$

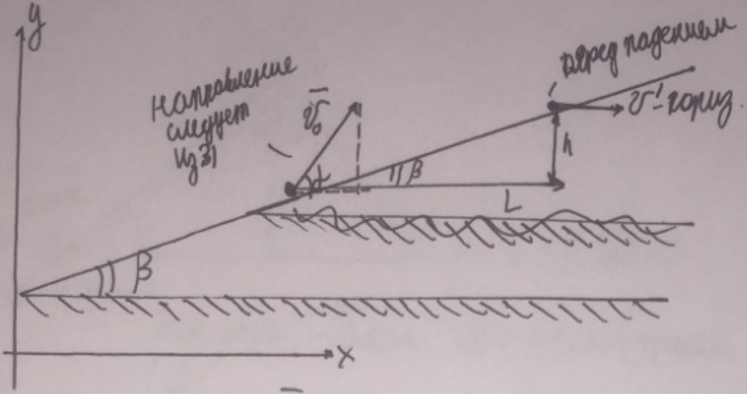
$T - ?$

$tg\beta - ?$

$S - ?$

$V - ?$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$



$$\begin{cases} \bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a}t \\ \bar{S} = \bar{S}_0 + \bar{v}_0 t + \frac{\bar{a}t^2}{2} \end{cases}$$ — обозн. - ке из условия задачи.

Из условия ⇒ т.к. мешочек перед столкновением движ горизонтально, то

$oy: \ v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot T = 0$

$v_0 \cdot \sin\alpha = gT$

$T = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g} = \frac{v_0 \cdot \sin(arctg(tg\alpha))}{g}$

$[T] = 1 \frac{\frac{м}{с}}{\frac{м}{с^2}} = 1с$

$\underline{T = \frac{10 \cdot \sin(arctg\frac{3}{2})}{10} = 0{,}83\,(с)}$

L — пролетел мешочек горизонт (до столкн.)

h — пролетел мешочек вертик (до столкн.)

$$\begin{cases} Ox: \ L = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot T \ (1) \\ Oy: \ h = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} \ (2) \end{cases}$$

$tg\beta = \frac{h}{L} \ (3)$ 1 и 2 в 3:

$tg\beta = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}}{v_0 \cdot \cos\alpha \cdot T}$

$[tg\beta] = 1 \frac{\frac{м}{с} \cdot с}{\frac{м}{с} \cdot с} = 1$ $tg\beta = \frac{10 \cdot \sin\alpha \cdot 0{,}83 - \frac{10 \cdot 0{,}83^2}{2}}{10 \cdot \cos\alpha \cdot 0{,}83} =$

$\underline{= 0{,}75}$

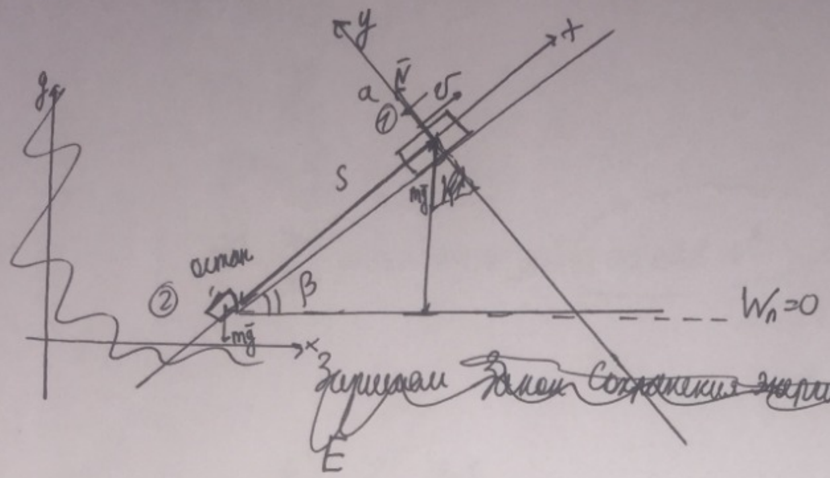
21204423 (U195145 M1280135)

Чистовик

⑤

№3 (продолжение)

Рассмотрим силы ~~действующего на~~ действующие на тело:



~~Запишем Закон Сохранения энергии.~~

E

II з-н Ньютона:

$\bar{N}+m\bar{g}=m\bar{a}$

$v^1 = v_0 \cdot \cos\alpha$, т.к. по вертик. $v_y=0$ - подъём

$$\begin{cases} Ox: mg\sin\beta = ma \Rightarrow a = g\sin\beta \\ Oy: mg\cos\beta = N \end{cases}$$

$Ox: S = v^1_0 t - \frac{at^2}{2}$ по усл: $v=at$,

$t=\frac{v}{a}$

$t=\frac{v}{g\sin\beta}$

$S=\frac{v_0^{1\,2}}{2g\sin\beta}$

$[S]=1\frac{\frac{м^2}{с^2}}{\frac{м}{с^2}}=1м$

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

$S=\frac{100\cdot 0{,}555^2}{2\cdot 10\cdot 0{,}6}=2{,}57(м)$

$V=v_0\cdot\cos\alpha$; $V=10\cdot 0{,}555=5{,}55\left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: 1) $T=0{,}83с$

2) $tg\beta=0{,}75$

3) $S=2{,}57(м)$

4) $V=5{,}5\,\frac{м}{с}$

Черновик

№1.

(6)

1)

$mg = V' \rho_0 g$

$V' = \frac{mg}{\rho_0 g}$

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

$V' = \frac{0,36}{900} = 0,0004\, м^3,\ V' = 0,00028\, м^3$

2)

$m' g = V' \rho_0 g$

$m' = V' \cdot \rho_0$

$m' = 0,252$

$cm \cdot (t - t_0) = (m - m') \cdot \lambda$

$t = \frac{(m - m')\lambda}{cm}$

$t = \frac{(0,36 - 0,252) \cdot 3,36 \cdot 10^5}{4200 \cdot 0,4} = 21,6\,°C$

№2

$L = v_0 T - \frac{aT^2}{2} \leftarrow aT = v_0$

$L = v_0 T - \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2} = \frac{5 \cdot 4}{2} = 10\, м$

$aT = v_0$

$S = v_0 T - \frac{a t^2}{2}$

$a\tau = v_0$

$S = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$

$S = \frac{v_0 T}{2}$

$S = a\tau T - \frac{a\tau^2}{2}$

$S = 5 \cdot T'$

$S = \cancel{a\tau t T - \frac{\tau}{2}}$

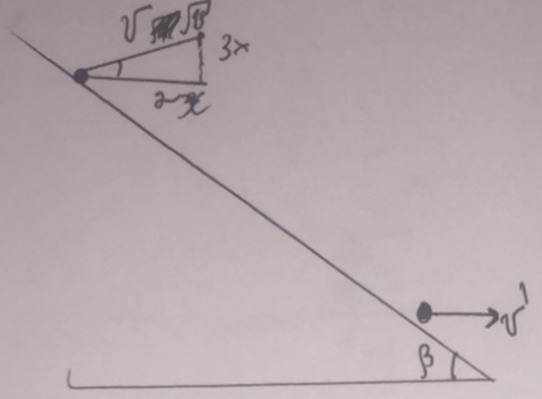
$T' = 16$

$a = \frac{v_0}{T}$

$a = \frac{5}{1} = 5\, \frac{м}{с^2}$

21204423 (U195145 M1280135)

(7)

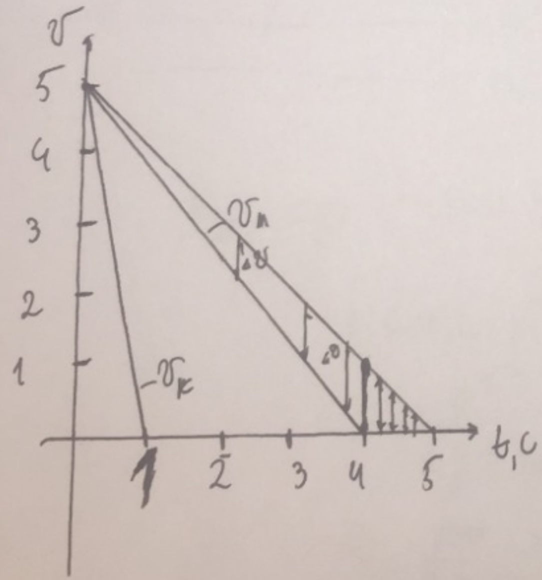


$v \cdot \sin\alpha = gT$

$T = \frac{v \cdot \sin\alpha}{g}$

$T \approx 0{,}83$ c

№2 $L = 10$ м



$L - S$

$12{,}5 = \frac{v_0}{2} T$

$T = 5c$

$a = \frac{5}{5} = 1 \frac{м}{c^2}$

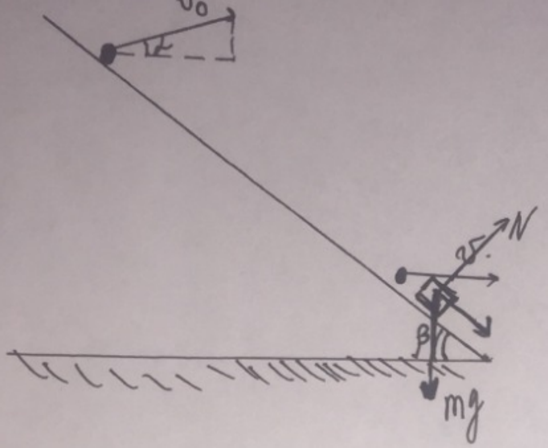
$\tau = 1c$

$v_{max} = v_0 - aT =$

$= 5 - 1 \cdot 4 = 1 \frac{м}{c}$

N3

8



$v_0 \cdot \sin\alpha = g\,T$

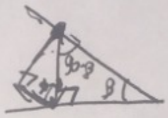
$T = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$

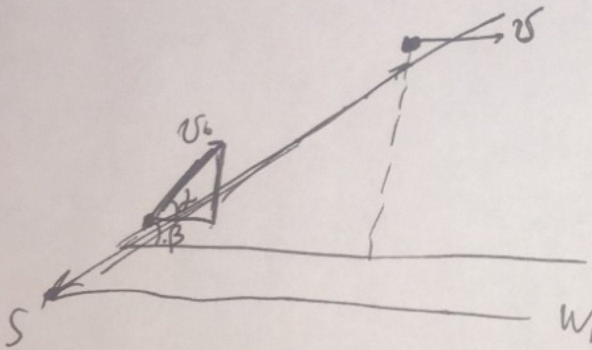
$[T] = 1\,\frac{м/с}{м/с^2} = 1с$

$T = \frac{10}{10} \cdot \sin(\operatorname{arcctg} 2{,}5)$

$T = \frac{10}{10} \cdot 0{,}83 = 0{,}83с$

$N = mg \cdot \cos\beta$





$W_n = 0$

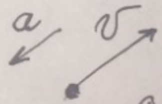
$mg\,\sin\beta = ma$

$S = vt - \frac{at^2}{2}$

$v = g \cdot \sin\beta \cdot t$

$t = \frac{v}{g \cdot \sin\beta} = 1{,}67$

$\sin\beta = 0{,}6$



$mg \cdot S \cdot \sin\beta = \frac{mv^2}{2}$

$a = g\sin\beta$

$S = vt - \frac{g\sin\beta\, t^2}{2} =$

$g \cdot S \cdot \sin\beta = \frac{v^2}{2}$

$S = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot \sin\beta}$

$S = \frac{100}{2 \cdot 10 \cdot 0{,}6}$

$S = 8{,}33$

$h = v_0 \sin\alpha\, T - \frac{gT^2}{2}$

$h = \frac{v_0 \sin\alpha\, T}{2}$

$h = 3{,}46$

$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{L} = 0{,}75$

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

$L = 4{,}6$

21204423 (U195145 M1280135)

Часть 2

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

Шифр: **21204423**

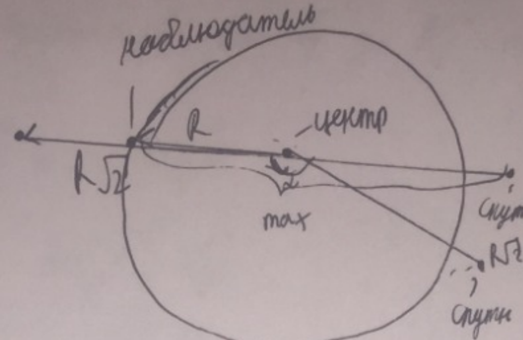
ID профиля: **195145**

Вариант 4

Чистовик
№4

Дано:
$R' = 6400\sqrt{2}$ км
$R = 6400$ км
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

T — ?
T_1 — ?
V — ?



Заметим, что

$a_{цм}$ для искуственного спутника $= \frac{F}{m_{сп}}$;

где $F = \frac{m_{сп}\cdot m_з}{R'^2}$ $\Rightarrow$ ам. уск.

$a_{ц.м} = \frac{m_{сп}\cdot m_з}{2R^2\, m_{сп}} = \frac{m_з}{R^2}$

но $g = \frac{m_з}{R_з^2}$

$a_{ц.м} = g/2$, тогда

т.к. $a_{ц.м} = \frac{v^2}{R'}$, то

$$\frac{g}{2} = \frac{v^2}{R'}$$

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

тогда $T = \frac{2\pi R'}{v} = \frac{2\pi R'\cdot\sqrt{2}}{\sqrt{R'\cdot g}}$

$[T] = 1\ \frac{м}{\sqrt{\frac{м\cdot м}{с^2}}} = 1$ с

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

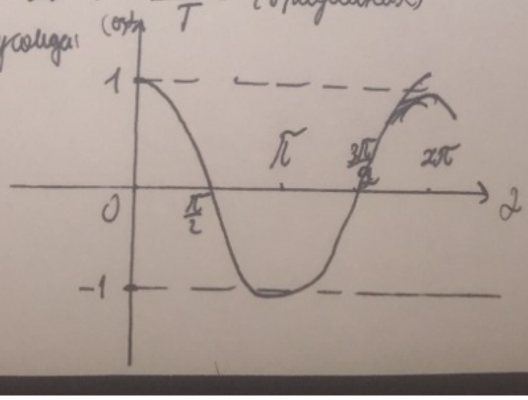
$$T = \frac{2\cdot\pi\cdot 6400\cdot 10^3\cdot 2}{9513{,}66} = 2{,}35\cdot 3600\,(с) = 2{,}35\,(ч)$$

Заметим, что максимальное расстояние от наблюдателя до спутника будет, когда отрезок, соединяющий их будет проходить через центр Земли, тогда по теореме косинусов мы имеем (при уменьш. расст

$$L = \sqrt{R^2 + (R\sqrt{2})^2 - 2\cos\alpha\cdot R\cdot(R\sqrt{2})} = \sqrt{3R^2 - 2\cdot R^2\cos\alpha\cdot\sqrt{2}} = R\sqrt{3 - 2\sqrt{2}\cos\alpha}$$

$$\alpha = \pi - \omega\cdot t = \pi - \frac{2\pi\cdot t}{T}\ (в\ радианах)$$

взглянем на график косинусоиды



тогда заметим что самое быстрое изм. при $\frac{\pi}{2}$, значит

$\pi - \frac{2\pi\cdot T_1}{T} = \frac{\pi}{2}$ $\quad$ $\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi T_1}{T}$

$T_1 = \frac{2{,}35}{4} = 0{,}5875\,(ч)$ $\quad \Downarrow\ T_1 = \frac{T}{4}$

Чистовик

№4 (продолж.)

Возьмём измение α от $\frac{\pi}{2}$ до $\frac{\pi}{4}$ - max

$$\frac{\pi}{4} = \pi - \frac{2\pi \cdot T'}{T}$$

$$\frac{2\pi \cdot T'}{T} = \frac{3\pi}{4}$$

$$T' = \frac{3T}{8}$$

тогда за $T' - T_1 = \frac{3T}{8} - \frac{T}{4} = \frac{T}{8}$

L изменилось с $R\sqrt{3 - 2\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{2}}$ до

$$R\sqrt{3 - 2\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{4}}$$

$$v = \frac{R\sqrt{3-2\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{2}} - R\sqrt{3-2\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{4}}}{\frac{T}{8}} \neq$$

$$v_S = 1\ \frac{км}{ч}$$

$$v = \frac{6400 \cdot (\sqrt{3} - \sqrt{3-2})}{\frac{2{,}35}{8}} = 15\,950 \left(\frac{км}{ч}\right)$$

Ответ: 1) $T = 2{,}35$ ч

2) $T_1 = 0{,}5875$ ч

3) $v = 15950\ \frac{км}{ч}$

21204423 (U195145 M1280136)

Чистовик

№5

Дано:

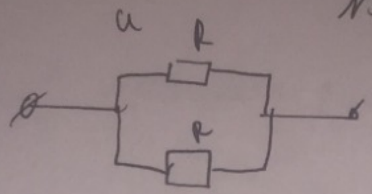
$U=4\,В$

$P=2\,Вт$

$R-?$

$R_1-?$

$P_{max}-?$



Заметим, что т.к. резисторы подключены ||-но, то на них ~~все~~ напряжение $=U$

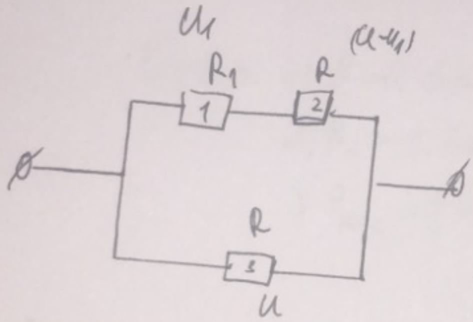
тогда $P=\frac{U^2}{R}\cdot 2$, т.к. резисторы одинаковые и $P'=\frac{U^2}{R}$

$$\Downarrow$$

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

$$[R]=1\,\frac{В^2}{Вт}=1\,Ом$$

$$\underline{R=\frac{2\cdot 4\cdot 4}{2}=16\ (Ом)}$$



аналогично I пункту

на резисторе 3 напряжение $=U$; пусть на резисторе 1 напряжение U_1, тогда резисторе 2 $-(U-U_1)$

$\underset{\text{ток через рез 1}}{I_1}=\underset{\text{ток через рез 2}}{I_2}$ – т.к. подключение последовательное.

$$I_1=\frac{U_1}{R_1}\ ;\ I_2=\frac{U-U_1}{R}$$

$$\frac{U_1}{R_1}=\frac{U-U_1}{R}$$

$$U_1R=R_1U-U_1R_1$$

$$U_1=\frac{R_1U}{R+R_1}$$

тогда резисторе 1 рассеивается мощность $P'=\frac{U_1^2}{R_1}=\frac{U^2R_1^2}{(R+R_1)^2\cdot R_1}=\frac{U^2R_1}{(R+R_1)^2}$ – максимальна если $\frac{R_1}{(R+R_1)^2}$ максимально, ~~если~~

Чистовик

а $\frac{R_1}{(R+R_1)^2}$ максимально, если ~~$(R+R_1)^2$ min, а R_1 - макс.~~

$\frac{(R+R_1)^2}{R_1}$ min, $\frac{(R+R_1)^2}{R_1} = \frac{R^2}{R_1} + 2R + R_1$

min при $R = R_1$

Если $R = R_1$, то $\frac{R^2}{R_1} + 2R + R_1 = 3R + R_1 = 3R_1 + R$

I сл. $R > R_1$, тогда

$\underbrace{\frac{R^2}{R_1}}_{>R} + 2R + R_1 > 3R + R_1$ - неуд

II сл. $R < R_1$, тогда

$\frac{R^2}{R_1} + \underbrace{2R + R_1}_{>3R_1} \geq \frac{R^2}{R_1} + 3R_1$ - неуд

тогда $R_1 = R$

$[R_1] = 1$ Ом

$R_1 = 16$ Ом

и $[P_{max}] = 1 \frac{В^2 \cdot Ом}{Ом^2} = 1$ Вт

$P_{max} = \frac{4^2 \cdot 16}{(32)^2} = \frac{1}{4}$ (Вт)

Ответ: 1) $R = 16$ Ом

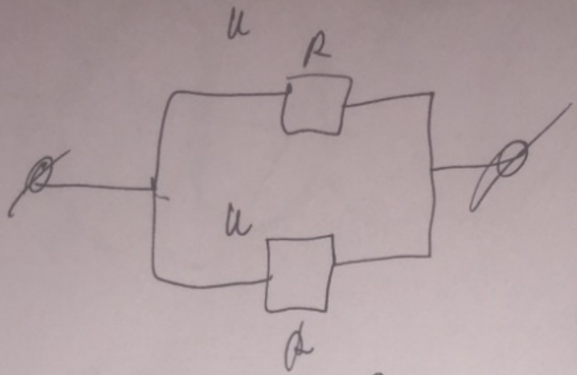
2) $R_1 = 16$ Ом

3) $P_{max} = \frac{1}{4}$ Вт.

Черновик

5

№5



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

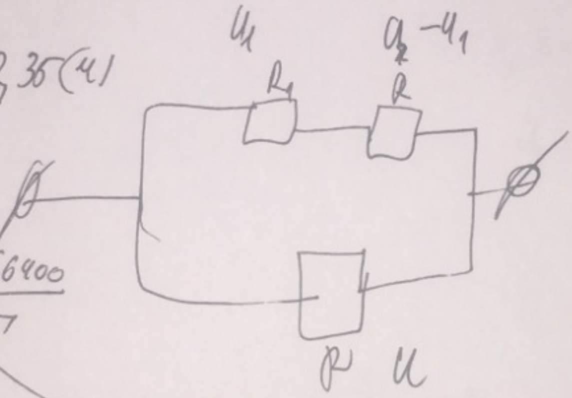
$P=2\frac{U^2}{R}$

$24=\frac{16}{R}$

$R=16$ Ом.

6 727,171322

$T=8453\ c=2,35$ (ч)



$2\pi R=\frac{2\sqrt{2}\cdot\pi\cdot6400}{\sqrt{5R\sqrt{2}}}$

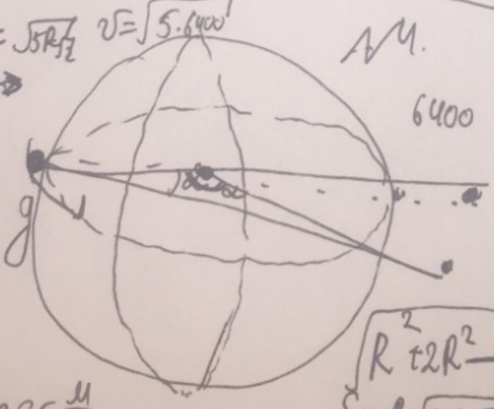
$\frac{U_1^2}{R_1}$

$\frac{U^2}{R}$

$W=\frac{2\pi}{T}$ $\quad F=G\frac{m_1 m_2}{R^2}$

$a=\frac{v^2}{\sqrt{2}R}=5$ $\quad v=\sqrt{5R\sqrt{2}}$ $\quad v=\sqrt{5\cdot6400}$

АМ.



$a=\frac{M_3}{2R^2}$ $\quad \frac{M_3}{R^2}=10$

$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; $l=\sqrt{2}\cdot R$

$T=2\pi\sqrt{\frac{R\sqrt{2}}{10}}$

$W\cdot R=v_з$

$W=\frac{v_з}{R}$

$v=40212385\ \frac{м}{м}$

$\sqrt{R^2+2R^2-2\sqrt{2}R^2\cos\alpha}=R\sqrt{3-2\sqrt{2}\cos\alpha}$

$S=R\sqrt{3-2\sqrt{2}\cos\alpha}$

$T=2\pi\sqrt{\frac{6400\cdot\sqrt{2}}{10}\cdot10}$

~~$v=465\ \frac{м}{с}$~~

$v_c=v_з\cdot\sqrt{2}$

$T'=\frac{2\pi\cdot R\cdot\sqrt{2}}{v_з\cdot\sqrt{2}}$

$v=466\ \frac{м}{с}$

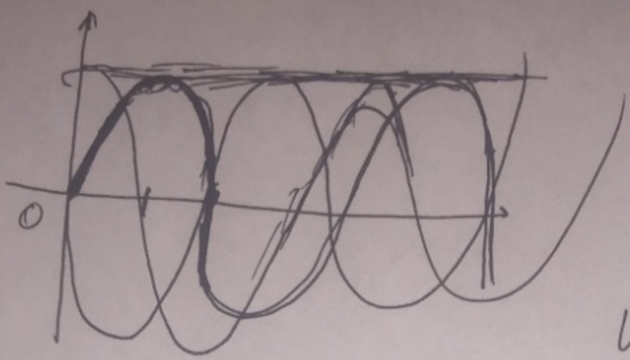
$T=189\cdot10\sqrt{2\pi}=5976,7$ (с) $=$

$=1,66$ (ч)

21204423 (U195145 M1280136)

Черновик.

⑥



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

$\frac{U_1}{U-U_1} = R$

$R_1 = 2R$

$\frac{2R}{9R^2}$

$R_1 = \frac{R}{2}$

$\frac{\frac{R}{2}}{\frac{9}{4}R} =$

$= \frac{2}{9}R$

$R_1 = R$:

$\frac{R}{}$

$I = \frac{U_1}{R}$

$U_1 = I R_1$

$U_2 = I R_2$

$\frac{U_1}{U-U_1} = \frac{R_1}{R}$

$U_1 R = R_1 U - R_1 U_1$

$U_1 = \frac{R_1 U}{R+R_1}$

$\frac{U_1^2}{R_1} = \frac{R_1^2 U^2}{(R+R_1)^2 \cdot R_1} = \frac{U^2 R_1}{(R+R_1)^2} = max$

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

$\frac{R_1}{R+R_1} = max$

$R_1 >> R$

$\frac{U^2 R_1}{R+R_1} = 1$

$\frac{16 \cdot R_1}{16+R_1} = 1$

$16R_1 = 16 + R_1$

$R_1 = \frac{16}{15}$

21204423 (U195145 M1280136)