

# Часть 1

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

Шифр: **21206448**

ID профиля: **173297**

Вариант 4

N1

Дано:

1)  $M = 0,36 \text{ кг}$

$\rho_{\text{л}} = \rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

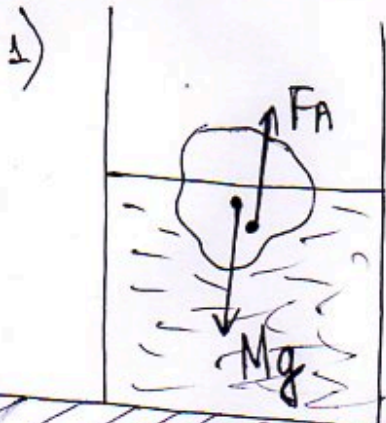
$\rho_1 = \rho = 0,9 \cdot 10^3 = 900 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$

\*  $V_{\text{нрт}} = ?$

2)  $m = 0,4 \text{ кг}$

$\Delta V_{\text{нрт}} = V_1 = 120 \text{ см}^3$

$t^{\circ}\text{л.} = t = ?$



$\sum \vec{F} = m\vec{a} = 0$  — II Зак Ньютонна,  
для тела тогда:

$Mg - FA = 0; Mg = FA;$

$Mg = \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot V_{\text{нрт}};$

$\Rightarrow V_{\text{нрт}} = \frac{M}{\rho_{\text{л}}}$   
(норм. равенства)

$V = V_{\text{нрт}} = \frac{0,36 \text{ кг}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = \frac{360 \text{ л}}{1 \text{ м}^3} =$

$= \boxed{360 \text{ см}^3 (\text{мл})}$

2) Т.к.  $\Delta V < V_{\text{нрт}}$  ( $120 < 360$ ),  $\Rightarrow$  лед плавать не сможет;  $\Rightarrow$  при установлении теплового равновесия, как и вначале (п.1), температура воздуха и сосуда  $0^{\circ}\text{C}$ .  
 (см. лист 2).

N1  
(продолж.)

Условие

Лист 2.

3) При наливании воды объём подв. части  
льда уменьшается; найдём объём новой  
льда.

при  $V V_x$  (в воде однит объём льда)

$$V_{\text{льда}} = \frac{M_x}{\rho_{\text{л.}}} = \frac{\rho_{\text{л.}} V_x}{\rho_{\text{л.}}} = V_x \frac{\rho_{\text{л.}}}{\rho_{\text{в.}}} = 0,9 V_x$$

(из II зак. Коттона)

$$V'_{\text{льда}} = V_{\text{льда}} - \Delta V_{\text{льда}} = 360 - 120 = 240 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$\Rightarrow V' = \frac{V'_{\text{льда}}}{0,9} = \frac{240 \text{ см}^3}{0,9} = 266,6 \approx 266,7 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$\Leftrightarrow \Delta V_{\text{подв.}} = \Delta V = V - V' = \frac{M}{\rho_{\text{л.}}} - V' = \frac{360}{0,9} - 266,7 \approx 133,3 \text{ (см}^3\text{)}$$

(растаявший объём льда).

отсюда  $\Delta M_{\text{подв.}} = \Delta V_{\text{подв.}} \cdot \rho_{\text{л.}} \approx 120 \text{ (г)}$  — масса растаявшего льда,

4) УТВ: с-ая замкнутая (потери тепла нет),

$$\Rightarrow Q_{\text{отг.}} = Q_{\text{подв.}}; Q_{\text{отг. вода}} = Q_{\text{таяние льда}}$$

$$c_{\text{в.}} m (t^{\circ}\text{в.} - t^{\circ}\text{т.л.}) = \lambda \cdot \Delta M_{\text{подв.}}; t^{\circ}\text{т.л.} = 0^{\circ}\text{C}; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c_{\text{в.}} m t^{\circ}\text{в.} = \lambda \Delta M_{\text{подв.}}; \Rightarrow t^{\circ}\text{в.} = \frac{\lambda \Delta M_{\text{подв.}}}{c_{\text{в.}} m}$$

$$t^{\circ}\text{в.} = t = \frac{336000 \text{ (Дж/кг)} \cdot 0,12 \text{ (кг)}}{4200 \text{ (Дж/кг}^{\circ}\text{C)} \cdot 0,4 \text{ (кг)}} = 24^{\circ}\text{C}$$

Объём: 1) 360 см<sup>3</sup>, 2) 240 см<sup>3</sup>

N2

Дано:

$v_0 = 5 \text{ м/с.}$

$t = 4 \text{ с.}$

$s = 2,5 \text{ м.}$

$L = ?$

~~$a_{\text{дс.}} = ?$~~   $a = ?$

$\tau = ?$

$U_{\text{max(отн)}} = ?$

1) Катер на реке движется в с.о. Земли до полной остановки (применяет тормоз).

Уравнение скорости:

$v_k = 0 = v_0 + at \quad (a < 0 - \text{тормоз})$

$\Rightarrow v_0 = -at;$

$\Leftrightarrow a = -\frac{v_0}{t}.$

Уравнение перемещения:

$L = v_0 t + \frac{at^2}{2};$

$L = v_0 t - \frac{v_0}{t} \cdot \frac{t^2}{2} = v_0 t - \frac{v_0 t}{2} = \frac{v_0 t}{2};$

$L = \frac{5 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с}}{2} = \frac{20 \text{ м}}{2} = \boxed{10 \text{ м.}}$

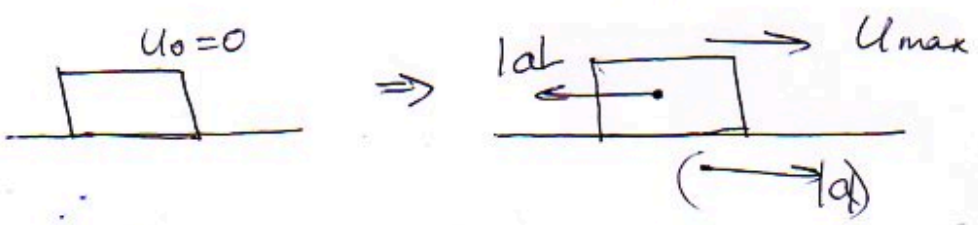
~~2) Рассмотрим, что происходит с катером.~~

с.о. катера:



(см. Лист 4).

2) Расси-и, что происходит с коробкой. С.о. кузова:



при (в начале торможение автомобиль приходит к коробке скорость  $v_{max}$ , которая затем под действием ускорения  $a$  уменьшается и обращается в 0).

Уравнение скорости:

$$v_{конеч. отн.} = 0 = v_{max} - |a| \tau;$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{v_{max}}{|a|};$$

( $\tau$  - время до остановки коробки отн-но кузову).

но усл. коробка останавливается

Уравнение перемещения:

$$s = v_{max} \tau - \frac{|a| \tau^2}{2}$$

$$s = \frac{v_{max}^2}{2|a|} - \frac{v_{max}^2}{2|a|} = \frac{v_{max}^2}{2a};$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{2|a|s}$$

$$|a| = \left| -\frac{v_0}{\tau} \right| (\text{см. п. 1}) = \frac{5}{4} = 1,25 \left( \frac{м}{с^2} \right);$$

$$s = 2,5 \text{ м по усл.};$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{2 \cdot 2,5 \text{ м} \cdot 1,25 \frac{м}{с^2}} = \boxed{2,5 \text{ м/с}}$$

~~Скорость коробки относительно кузова становится равной нулю в момент остановки.~~

N2 (продолжение)

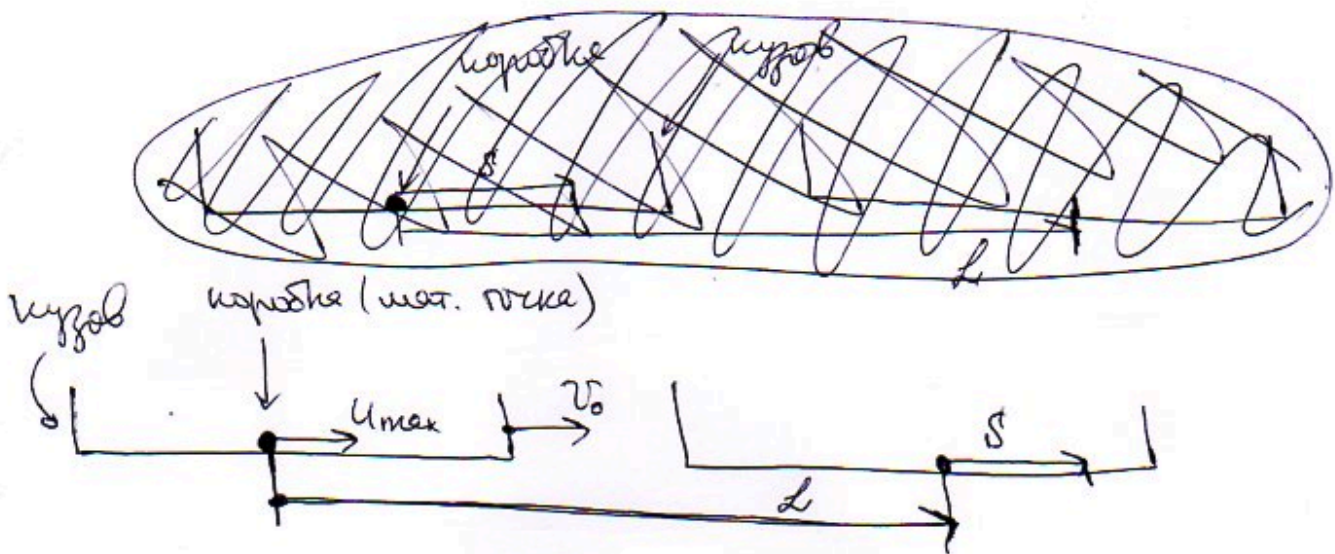
Ускорение

Лист 5

$$3) U_{\max} = 2,5 \text{ м/с} \quad (\text{см. п. 2});$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{U_{\max}}{|a|} = \frac{2,5 \text{ м/с}}{1,25 \text{ м/с}^2} = \boxed{2 \text{ с.}}$$

4) Что происходит с кораблем в е.о. Земли:



$$S_{z.} (\text{отн-но Земли}) = L + S = 12,5 \text{ м};$$

$$v_{z.} = U_{\max} + v_0 = 7,5 \text{ м/с.}$$

(в нач. положения)

$$t_{\text{обл.}} = 4 \text{ с.}$$

$$\Rightarrow S_{z.} = v_{z.0} \cdot t + \frac{a_z \cdot t^2}{2};$$

подставим числ. знач.:  $12,5 \text{ м} = 30 \text{ м} + \frac{a_z \cdot 16}{2} (\text{м});$

$$8a_z = 17,5; \Rightarrow a_z = -2,1875 \approx -2,2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right);$$

или:  $a_z = 2,2 \text{ м/с}^2$  направлена влево (против указ. направления движ.)

21206448 (U173297 M128195X)

$$\Rightarrow \boxed{\text{Ответ: 1) } L = 10 \text{ м. 2) } a_z (\text{наб.}) = -2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}. 3) \tau = 2 \text{ с. 4) } U_{\max} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

N3

Дано:

$$v_0 = 10 \frac{м}{с}$$

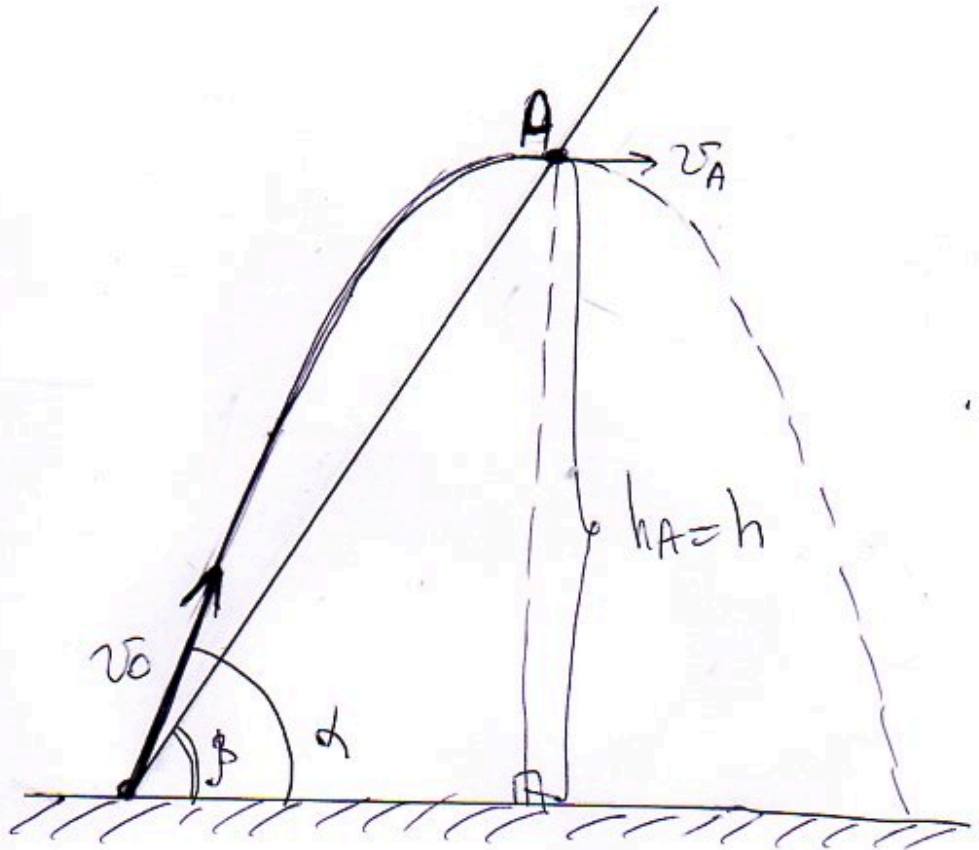
$$\operatorname{tg} \alpha = 1,5$$

$$T = ?$$

$$\operatorname{tg} \beta = ?$$

$$S = ?$$

$$v = ? (\mu = 0,5)$$



- 1) Т.к. по усл. движение через точку А происходит горизонтально ( $v_A$  параллельно поверхности Земли),  $\Rightarrow$  А — верхняя точка траектории (параболы);

$$t_A = T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} ;$$

Найдём  $\sin \alpha$ :

$$\operatorname{tg} \alpha = 1,5 = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} ;$$

$$\frac{2,25}{1} = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} ; \quad \frac{3,25}{1} \sin^2 \alpha = \frac{2,25}{1} ;$$

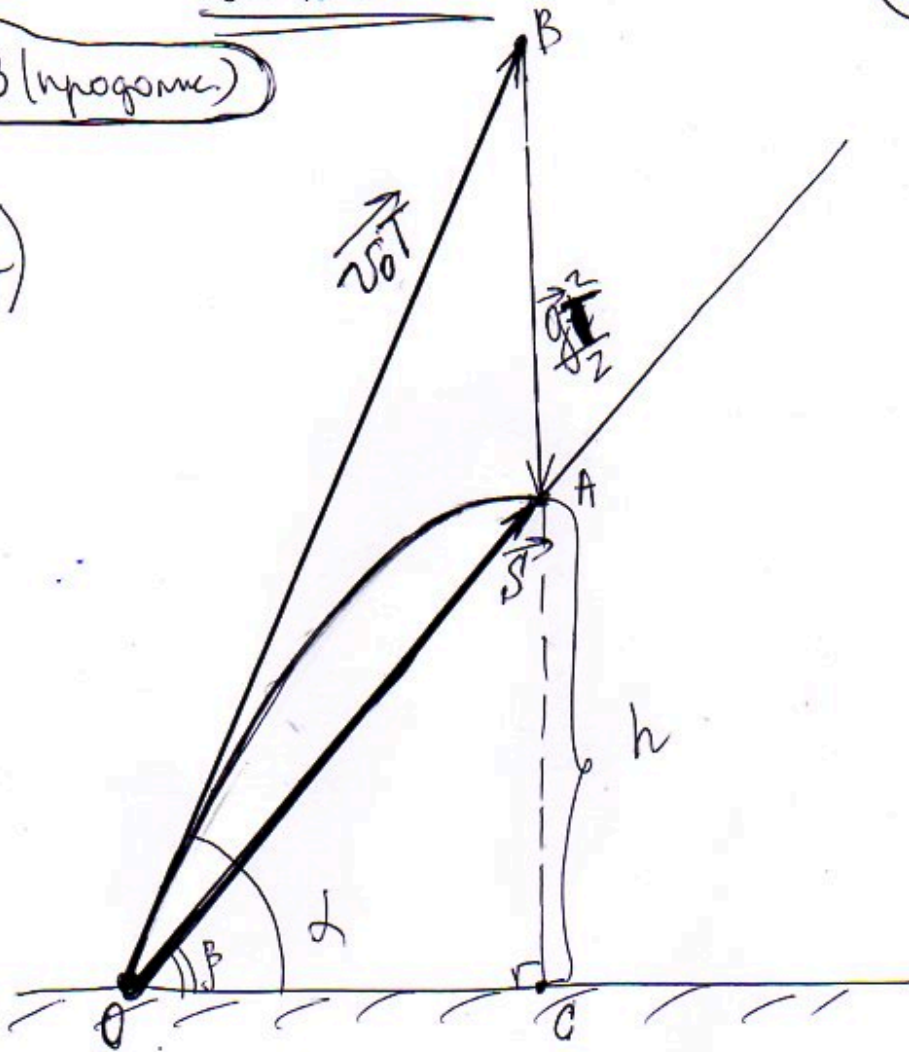
$$\Rightarrow \sin^2 \alpha \approx 0,69 ; \quad \Leftrightarrow \sin \alpha \approx 0,83$$

21206448 (U173297 M1281953)  
 Ответа  $t_A = T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{10 \frac{м}{с} \cdot 0,83}{10 \frac{м}{с^2}} \approx \boxed{0,83 \text{ с}}$  (или ганец).

$$1,5 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sin \alpha ;$$

№3 (продолжение)

2)



Т.к. А - самая высокая точка траектории (относительно земли - см  $n \perp$ ),  $\Rightarrow h_A = h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ ;

$$h \approx \frac{(10 \text{ м/с})^2 \cdot 0,69}{20 \text{ м/с}^2} = 3,45 \text{ м.}$$

Расши-и приращивки  $OB$  и  $OAC$ :

$$OC = \cancel{v_0 \cos \alpha} \quad v_0 \cos \alpha = \frac{h}{\tan \beta} \quad (\text{см. рис.});$$

$$\Rightarrow \tan \beta = \frac{h}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{2g \cdot v_0 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \cdot v_0 \sin \alpha};$$

$$\tan \beta = \frac{\sin^2 \alpha}{2 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} \approx \frac{0,83}{2 \sqrt{1 - 0,69}} \approx \frac{0,83}{1,11} \approx \boxed{0,75}.$$

(см. лист 8).



N3

(изобр.)

Умовник

Лист 8

4) Если трения нет, то после столкновения мячик будет скользить до самого края и вернется в точку старта (т.о. - см. рис. на листе 7).

$$\text{Из } \triangle OAC: \quad \delta l = \frac{h}{\sin \beta};$$

$$\& \quad h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g};$$

$$\operatorname{tg} \beta \approx 0,75; \Rightarrow \quad \operatorname{tg} \beta = 0,75 = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}};$$

$$0,56 - 0,56 \sin^2 \beta = \sin^2 \beta;$$

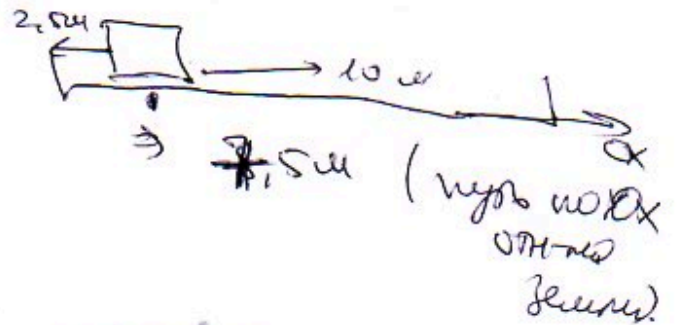
$$1,56 \sin^2 \beta = 0,56;$$

$$\sin^2 \beta \approx 0,36;$$

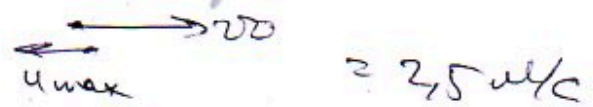
$$\sin \beta = 0,6.$$

# Упробок

В с.о. Земли, упробка:



Тогда упр. ун.  $\vec{v}$



~~Тогда~~  $t_{\text{вып.}} = 4 \text{ с.}$

$$\Rightarrow s_y = v_{\text{нач.}0} t - \frac{a_y t^2}{2};$$

$$7,5 = 2,5 \cdot 4 - \frac{a_y \cdot 16}{2};$$

$$7,5 = 10 - 8a_y;$$

$$8a_y = 2,5;$$

$$a_y = 0,3125 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right).$$

# Часть 2

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

Шифр: **21206448**

ID профиля: **173297**

Вариант 4

N5

Дано:

1)  $U = 4В,$

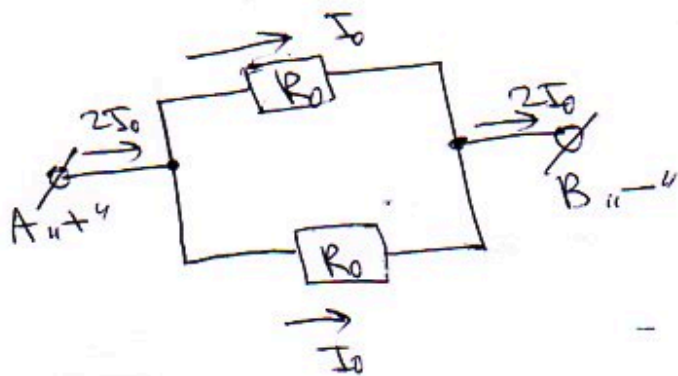
$P = 2Вт.$

~~$R_0 = ?$~~

2)  $P_{\pm} = P_{max} = ?$

$R_{\pm} = ?$

1)



Закон Ома — Кирхгоф:

$$Q = UIE = \frac{U^2}{R} E = I^2 RE;$$

находим  $R$  (время):

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

$$\Rightarrow U^2 = PR; \quad \text{отсюда } R = \frac{U^2}{P} =$$

$$= \frac{(4В)^2}{2Вт} = \frac{16}{2} = 8 (Ом) - \text{эквив. сопр. сопротивление};$$

$$\text{Или еще (Закон Ома): } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{2}{R_0} \quad (\text{напрям. сопр.});$$

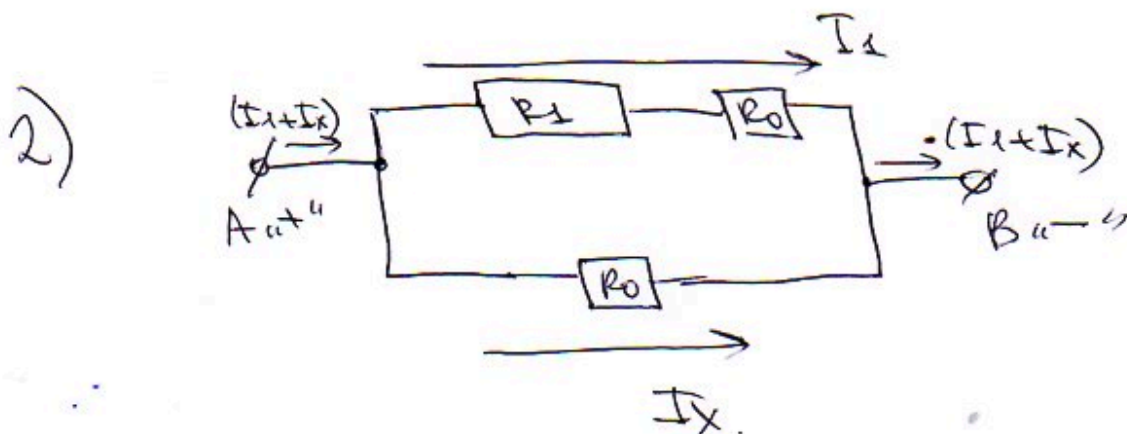
$$\Rightarrow \boxed{R_0 = 2R = 16 \text{ Ом}}.$$

(см. учур 2).

N5  
(выпоземе)

Умножение

Умно2



⊙  $U_{AB} = \text{const} = 4B$  (no year);  
 $R_0 = 16 \text{ Ом}$  (см. n-1).

$\Rightarrow I_x = \frac{U_{AB}}{R_0} = 0,25 \text{ A};$

⊙  $U_{AB} = \text{const}, \Rightarrow I_1(R_1 + R_0) = I_x R_0;$   
 $\Rightarrow I_1 = I_x \frac{R_0}{(R_1 + R_0)};$

⊙  $P_1 = R_1 I_1^2;$   
 $\Rightarrow P_1 = I_x^2 \frac{R_0^2 R_1}{(R_1 + R_0)^2};$  *погребам членные значения:*

$P_1 = \frac{1}{16} \cdot \frac{16^2 \cdot R_1}{(R_1 + 16)^2} = \frac{16 R_1}{(R_1 + 16)^2}.$

$\frac{1}{P_1} = \frac{(R_1 + 16)^2}{16 R_1} = \frac{R_1^2 + 256 + 32 R_1}{16 R_1} = \left( \frac{R_1}{16} + \frac{16}{R_1} \right) + 2.$

Нам требуется найти  $P_1 = P_{\text{max}}; \Rightarrow \frac{1}{P_1}$  должно быть минимальным; *и* *соответствует* при  $\left( \frac{R_1}{16} + \frac{16}{R_1} \right) = 2.$   
 $\Rightarrow R_1 = R_0 = 16 \text{ (Ом)}; \Leftrightarrow \frac{1}{P_1} = 2 + 2 = 4 \left( \frac{1}{\text{Вт}} \right); P_1 = 0,25 \text{ Вт.}$  *Умно2:  $R_0 = R_1 = 16 \text{ Ом}; P_{\text{max}} = 0,25 \text{ Вт.}$*

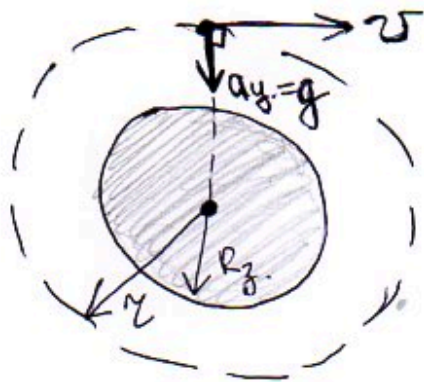
N4

Дано:

$$R_z = R = 6'400 \text{ км.}$$

$$z = R_z \sqrt{2}.$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$



$$1) T = ?$$

$$2) T_1 = t = ?$$

$$3) v_{\text{max}} = v_x = ?$$

$$1) z = R_z \cdot \sqrt{2} = 6'400'000 \text{ м} \cdot \sqrt{2};$$

$$z \approx 9'050'986,799 \text{ м} \approx$$

$$\approx 9'050'967 \text{ м.}$$

(радиус орбиты спутника).

$$a_y = g = z \omega^2 = \frac{v^2}{z};$$

$$\Rightarrow v^2 = z g; \Leftrightarrow v = \sqrt{z g} = \sqrt{9'050'967 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}};$$

$$v \approx 9'513,66 \text{ м/с.}$$

$$T = \frac{2\pi z}{v} = \frac{2\pi z}{\sqrt{z g}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{z}{g}} \approx 5974,6 \text{ с.}$$

$$T \approx 99,6 \text{ мин} \approx 1,66 \text{ часа.}$$

(см. Завдання 4).

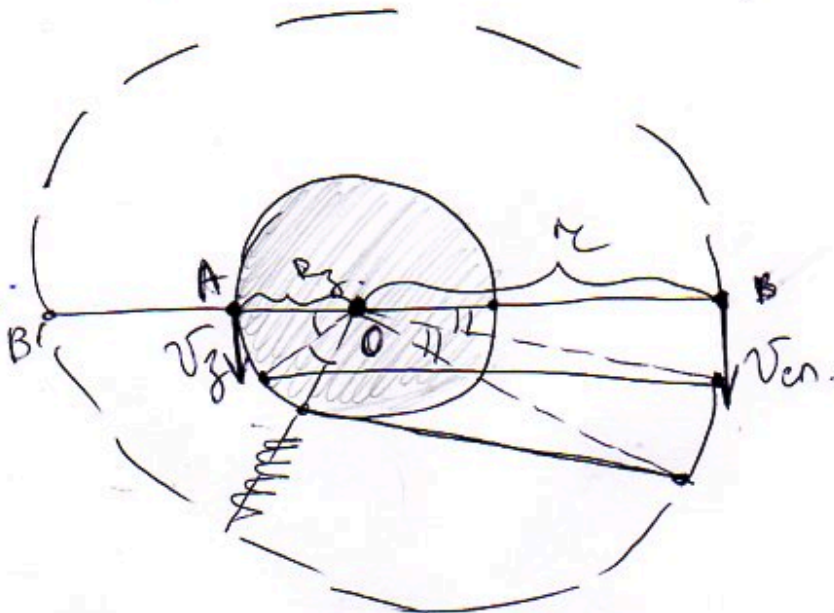
N4

(продолж.)

Черновик

Лист 4

2)



$$l_{\max} = R_З + r = R_З \cdot (1 + \sqrt{2}) \approx 2,41 R_З \approx 15'451 \cdot 10^3 \text{ (м)}$$

~~в геоцентрической системе отсчета скорость движения спутника относительно Земли, направленной по касательной к орбите в момент наблюдения (т.е. при таком расположении спутника относительно центра Земли) скорости по разным направлениям~~

дирекции в с.о. (мгн. ост.) наблюдателя (т.е. вектор КЕО по орбите с радиусом r вращается вокруг КЕО, имеющей скорость  $(v_{\text{ср}} + v_З) = \sqrt{gR} + \sqrt{gr} =$

$$= \sqrt{gR} + \sqrt{gR/2} = \sqrt{gR} (1 + \sqrt{2}).$$

(см. Лист 5)

2) "и Т.о. расстояние между наблюдателем и спутником будет сокращаться до минимума тех пор, пока спутник не облетит половину своей орбиты и т.о. вновь не окажется на той же прямой с наблюдателем (точка В' - см. рис. 4).

$$\Rightarrow T_1 = t = \frac{1}{2} T = \pi \sqrt{\frac{r}{g}} \approx 2'987,3 \text{ с} \approx 49,79 \text{ мин} \approx 0,83 \text{ ч.}$$

$$v_{\text{max}} = v_{\text{сп.}} + v_{\text{з.}} \approx 8'000 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 9'513,66 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 17'513,66 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 17,5 \frac{\text{км}}{\text{ч.}}$$

Ответ: 1)  $T \approx 5974,6 \text{ с.}$

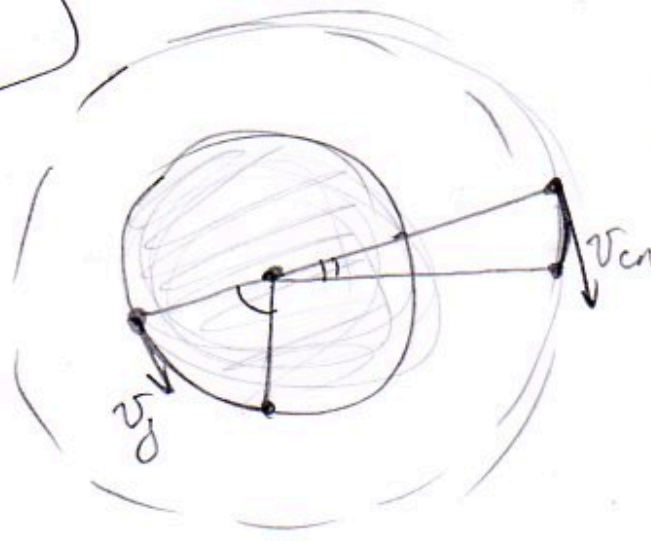
2)  $T_1 = \frac{1}{2} T \approx 2'987,3 \text{ с.}$

3)  $v_{\text{max}} = v_{\text{сп.}} + v_{\text{з.}} \approx 17'514 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 17,5 \frac{\text{км}}{\text{ч.}}$



# Упробки

N4

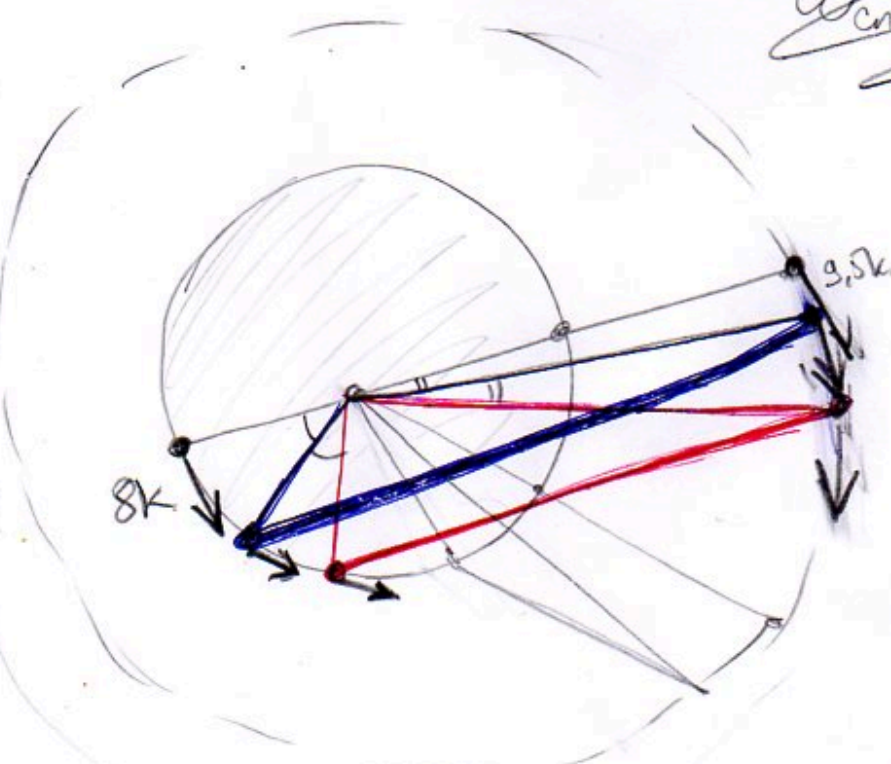


$$\omega_z = \frac{v_z}{R} = \frac{\sqrt{gR}}{R} = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$\omega_{cn} = \frac{v_{cn}}{r} = \frac{\sqrt{gR^2}}{R^2} = \sqrt{\frac{g}{R^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{g}{R^2}}$$

~~$\omega_{cn} < \omega_z$~~



~~$$\omega_z = v_{cn} \cdot \sqrt{2}$$~~
~~$$\omega = \frac{r}{t}$$~~
~~$$t = \text{const} / (2g \text{ и } 6 \text{ грам})$$~~
~~$$\Rightarrow r_z = r_{cn} \cdot \sqrt{2} \quad (\approx 1,41)$$~~

