0 360754 550009

36-07-54-55
(4.7)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Рублёва Артёма Олеговича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«09» февраля 2024 года

Подпись участника

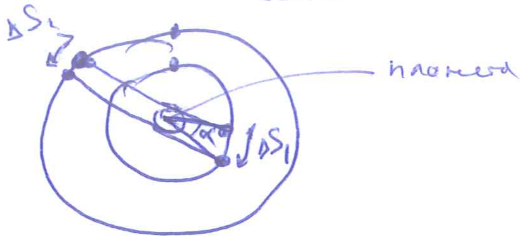
36-07-54-55 (4.7)

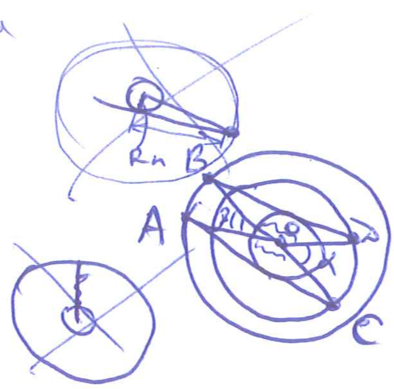
Чистовик

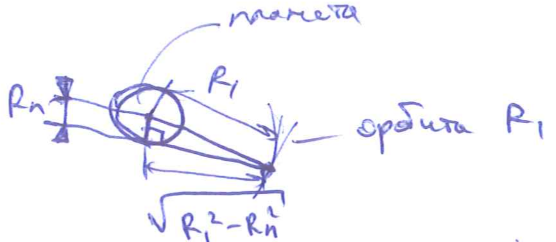
N1.4.3.

Дано:
$R_1 = 6{,}4 \cdot 10^4$ км
$R_2 = 10^5$ км
$g = 9$ м/с²

τ - ?







2ЗН: для тела на планете: $\frac{G \cdot M \cdot m}{R_n^2} = mg \Rightarrow R_n^2 = \frac{G}{g} \cdot M$

Пусть длина луча лазера будет функцией от времени $L(t)$

Угол α – угол (между радиусами окр. с R_1) между входом первого в слепую зону и выходом

β – угол между входом в слепую зону 2 и выходом

$$\Delta S_1 = v_1 \cdot \tau = R_1 \cdot \alpha(t) \Rightarrow \alpha(\tau) = \frac{v_1 \cdot \tau}{R_1}$$
$$\Delta S_2 = v_2 \cdot \tau = R_2 \cdot \beta(t) \qquad \beta(\tau) = \frac{v_2 \cdot \tau}{R_2}$$

2ЗН для 1 и 2 корабля:

$$m_c a_1 = \frac{G \cdot M \cdot m_c}{R_1^2}$$
$$\frac{v_1^2}{R_1} = \frac{G \cdot M}{R_1^2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}}$$
$$m_c \cdot a_2 = \frac{G \cdot M \cdot m_c}{R_2^2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}}$$

$$L(t) = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2 \cdot \cos\left(\frac{360° - \alpha(t) - \beta(t)}{2}\right) \cdot R_1 \cdot R_2}$$

(из теоремы косинусов в ΔAOC ($\angle AOC = \angle BOC \Rightarrow$
$\Rightarrow \angle AOC = \frac{360° - \alpha - \beta}{2}$))

$$L(\tau) = \sqrt{R_1^2 - R_n^2} + \sqrt{R_2^2 - R_n^2} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + 2R_1R_2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha(\tau) + \beta(\tau)}{2}\right)}$$

$$\cancel{R_1^2} + \cancel{R_2^2} - 2R_n^2 + 2\sqrt{(R_1^2 - R_n^2)(R_2^2 - R_n^2)} = \cancel{R_1^2} + \cancel{R_2^2} + 2R_1 \cdot R_2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha(\tau) + \beta(\tau)}{2}\right)$$

1	2	3	4	5	Σ
18	20	20	20	16	94

чистовик

$$\sqrt{R_1^2 \cdot R_2^2 - R_n^2(R_1^2+R_2^2)+R_n^4} = R_1 \cdot R_2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right) + R_n^2$$

$$R_1^2 \cdot R_2^2 - R_n^2(R_1^2+R_2^2) + \cancel{R_n^4} = 2R_1R_2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right) \cdot R_n^2 + \cancel{R_n^4} +$$
$$+ R_1^2 \cdot R_2^2 \cdot \cos^2\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right)$$

т.к. $\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}$ малые, то

$$R_1^2 \cdot R_2^2 \cdot \sin^2\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right) \approx (R_1+R_2)^2 \cdot R_n^2$$

$$\sin\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right) = \frac{R_1+R_2}{R_1 \cdot R_2} \cdot R_n$$

т.к. $\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}$ малы, то $\sin\left(\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}\right) \approx \frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2}$

$$\frac{\alpha(\tau)+\beta(\tau)}{2} = \frac{R_1+R_2}{R_1 \cdot R_2} \cdot R_n$$

$$\frac{v_1 \cdot \tau}{R_1} + \frac{v_2 \cdot \tau}{R_2} = \frac{2(R_1+R_2)R_n}{R_1 R_2}$$

$$\tau \cdot \cancel{\sqrt{GM}}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1} \cdot R_1} + \frac{1}{\sqrt{R_2} \cdot R_2}\right) = \frac{2(R_1+R_2) \cdot \cancel{\sqrt{GM}}}{\sqrt{g} \cdot R_1 \cdot R_2}$$

$$\tau = \frac{2(R_1+R_2) \cdot \sqrt{R_1 \cdot R_2}}{\sqrt{g}\,(R_1\sqrt{R_1}+R_2\sqrt{R_2})} + = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 16{,}4 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 10^3}{3 \cdot 10 \,(6{,}4 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10\sqrt{10} + 100\sqrt{10^6})}$$

$$= \frac{2 \cdot 16{,}4 \cdot 8 \cdot 10^3}{3\sqrt{10}(6{,}4 \cdot 8 + 100)} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 16{,}4 \cdot 10^3}{3\sqrt{10} \cdot (12{,}8+25)} =$$

$$= \frac{65600}{27{,}8 \cdot 3\sqrt{10}}$$

$$\begin{array}{r} 27{,}8 \\ \times\ 3 \\ \hline 83{,}4 \end{array}$$

Ответ: $\tau = \frac{2(R_1+R_2)\sqrt{R_1 \cdot R_2}}{\sqrt{g}\,(R_1\sqrt{R_1}+R_2\sqrt{R_2})} + \approx \frac{65600}{83{,}4\sqrt{10}} -$

36-07-54-55
(4.7)

Чистовик

~~№7.9.2~~

№3.10.2.

Дано:
$R = 3$ см
$q_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл
$q_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл

$r - ?$

Т.к. сфера заземлена, то $\varphi_c = 0$

Значит, после того, как шары соединили

$$\varphi_c = 0 = \frac{kq_1}{R} + \frac{kq'_c}{R} \Rightarrow q'_c = -q_1 \quad +$$

Т.к шары соед. проволокой, то $\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{kq_1}{r} + \frac{kq'_c}{R} = \frac{kq_2}{r} \quad +$$

$$\frac{q_1}{r} - \frac{q_1}{R} = \frac{q_2}{r}$$

$$q_1\left(\frac{R-r}{R \cdot r}\right) = \frac{q_2}{r}$$

$$R - r = \frac{q_2}{q_1} R$$

$$r = R\left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) = R \cdot \frac{(q_1 - q_2)}{q_1} = \frac{3 \cdot 5}{7{,}5} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 10}{75} =$$

$$= \frac{10}{5} = 2 \text{ (см)}$$

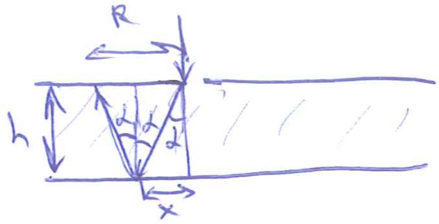
Ответ: $r = \dfrac{R(q_1 - q_2)}{q} = 2$ см $+$

Чистовик

№4.10.2

Дано:
$R = 8$ см
$n = 1{,}5$

$h - ?$



Т.к. отверстие мало, то $R = 2x$ (из закона отражения следует) (из-за равенства углов α)

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{x}{h} = \frac{R}{2h}$$

из закона преломления: $\sin\alpha = \frac{1}{n}$ =>

$$\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\frac{1}{n^2}} = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}} = \frac{R}{2h}$$

$$h = \frac{R\sqrt{n^2-1}}{2} = \frac{8\cdot\sqrt{\frac{9}{4}-1}}{2} = \frac{8\cdot\frac{\sqrt{5}}{2}}{2} =$$

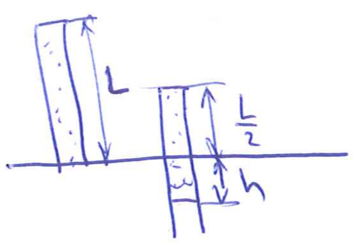
$$= 2\sqrt{5}\ (\text{см})$$

Ответ: $h = 2\sqrt{5}$ см $= \frac{R\sqrt{n^2-1}}{2}$

№2.5.2.

Дано:
$L = 1$ м
$h = 0{,}45$ м
$\rho_0 = 10^3 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10$ м/с^2
$p_{нас} = 14{,}5$ кПа

$\rho_0 - ?$



Т.к. изначально насыщенный пар в трубке ($p_{нас} = 14{,}5$ кПа), то посмотрим, что будет в конце

если $\nu_{пара} = const$, то $p_п = \frac{p_{нас}\cdot L}{\frac{L}{2}+h}$ =>

Т.к. $\frac{L}{\frac{L}{2}+h} > 1$, то $p_п \uparrow$

Но поскольку процесс медленный и $T = const$, то $p_п$ не может быть $> p_{нас}$

36-07-54-55 (4.7)

Значит в конце тоже будет давление пара = $P_{нас}$ (листовик)

$P_0 = P_{нас} + P_в$

$P_0 + \rho_0 g h = P_{нас} + P_в'$

$P_в \cdot L \cdot S = P_в' \cdot \left(\frac{L}{2} + h\right) \cdot S$, где S – площадь сеч. трубки

$$P_в' = \frac{P_в \cdot L}{\frac{L}{2} + h} = \frac{(P_0 - P_{нас}) \cdot L}{\frac{L}{2} + h}$$

$$P_0 + \rho_0 g h = P_{нас} + \frac{P_0 L}{\frac{L}{2} + h} - \frac{P_{нас} L}{\frac{L}{2} + h}$$

$$\frac{P_0 \cdot \left(\frac{L}{2} + h - L\right)}{\frac{L}{2} + h} + \rho_0 g h = \frac{P_{нас}\left(\frac{L}{2} + h - L\right)}{\frac{L}{2} + h}$$

$$\frac{P_{нас}\left(\frac{L}{2} - h\right)}{\frac{L}{2} + h} + \rho_0 g h = \frac{P_0\left(\frac{L}{2} - h\right)}{\frac{L}{2} + h}$$

$$P_0 = \frac{\left(\frac{L}{2} + h\right)}{\frac{L}{2} - h} \cdot \rho_0 g h + P_{нас} = \frac{0,95}{0,05} \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,45 +$$

$$+ 14,5 \cdot 10^3 = 10^3 \left(19 \cdot 4,5 + 14,5\right) = 10^3 \left(85,5 + 14,5\right) =$$

$$= 100 \cdot 10^3 = 10^5 \text{ (Па)}$$

Ответ: $P_0 = P_{нас} + \frac{\frac{L}{2} + h}{\frac{L}{2} - h} \cdot \rho_0 g h = 10^5$ Па

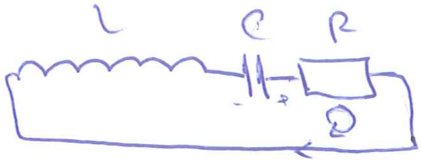
Решение и ответ верные.

Чистовик

№5.4.2

Дано:
$L = 0{,}3$ Гн
$C = 30$ мкФ
$U_c = 0{,}2$ В
$Q = 0{,}38$ мДж
$\pi \approx 3{,}14$

$R - ?$



Т.к. сила тока I достигла локального максимума, то $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow U_c = I_m \cdot R \Rightarrow$

$\Rightarrow I_m = \frac{U_c}{R}$

$$\frac{q}{C} - \frac{LdI}{dt} = I \cdot R$$

нет I_g

$$\frac{q}{C} - \ddot{q} \cdot L = \dot{q} R$$

$$\ddot{q} \cdot L + \dot{q} R + \frac{q}{C} = 0$$

Решением такого дифференциального уравнения будет:

$$q = a \cdot e^{bt+\varphi_0}$$
$$\dot{q} = a \cdot b \cdot e^{bt+\varphi_0}$$
, где a, b – коэфф. φ – константа ~~b – частота~~
$$\ddot{q} = a \cdot b^2 \cdot e^{bt+\varphi_0}$$

$$b^2 \cdot L + b \cdot R - \frac{1}{C} = 0$$

$$b^2 \cdot CL + b \cdot RC - 1 = 0$$

$$D = R^2C^2 + 4CL$$

$$\left[\begin{array}{l} b = \frac{-RC + \sqrt{R^2C^2 + 4CL}}{2CL} \\ b = \frac{-RC - \sqrt{R^2C^2 + 4CL}}{2CL} \end{array}\right.$$

так как b – частота колебаний, т.е $w = b$, то $b > 0 \Rightarrow$ $\omega = \frac{\sqrt{R^2C^2 + 4CL} - RC}{2CL} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{4\pi LC}{\sqrt{R^2C^2 + 4CL} - RC}$$

~~Т.к. слабые затух. колебания~~, то $R^2C^2 \ll 4CL \Rightarrow$

Чистовик

$\Rightarrow \cancel{T \approx \frac{4\pi LC}{2\sqrt{LC}-RC}}$

$\cancel{Q = I_m^2 \cdot R \cdot T = \frac{U_c^2}{R} \cdot T = \frac{4\pi LC \cdot U_c^2}{2R\sqrt{LC}-R^2C}}$ a

$\cancel{R^2 \cdot C \cdot Q - 2RQ\sqrt{LC} + 4\pi \cdot LC \cdot U_c^2 = 0}$

$\cancel{D = 4LCQ^2 - 16\pi LC^2 U_c^2 \cdot Q} = 4LCQ\left(Q^2 - 4\pi CU_c^2\right)$

$T \cdot I_m^2 \cdot R = Q$

$\frac{U_c^2 \cdot T}{R} = Q$

$\frac{4\pi LC \cdot U_c^2}{\sqrt{R^4C^2+4R^2CL}-R^2C} = Q$

$4\pi LC \cdot U_c^2 + QR^2C = Q\sqrt{R^4C^2+4R^2CL}$

$16\pi^2 L^2C^2U_c^4 + Q^2R^4C^2 + 8\pi LC^2U_c^2 QR = Q^2R^4C^2 +$

$+ Q^2 \cdot 4R^2CL$

~~Т.к. Q ... мало~~ $\ll \frac{CU_c^2}{2}$, то

$\cancel{16\pi^2 L^2C^2U_c^4 + 8\pi LC^2U_c^2 QR = 0}$

$\cancel{2\pi 4U_c^2 = QR}$ Т.к. $Q \ll$ энергии системы

$\cancel{R^2}$ $\cancel{2\pi L}$

$16\pi^2 L^2CU_c^4 + \cancel{Q^2RC} + \cancel{8\pi LCU_c^2QR} = Q^2\left(\cancel{R^4C} + 4R^2L\right)$

$16\pi^2 \cancel{L^2} CU_c^4 = 4Q^2R^2\cancel{L}$

$R = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot LC \cdot U_c^4}{Q^2}} = \frac{2\pi U_c^2 \cdot \sqrt{LC}}{Q} =$

$= \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 904 \cdot \sqrt{3\cdot10^{-1}\cdot 3\cdot10^{-5}}}{0{,}38\cdot10^{-3}} = \frac{8\cdot 3{,}14 \cdot 3\cdot10^{-3}}{0{,}38\cdot10^{-3}} =$

$\approx 64 \cdot 3 = 192$ (Ом)

Ответ: $R = \frac{2\pi\sqrt{LC}\cdot U_c^2}{Q} \approx 192$ Ом

Черновик

№1.

$$L_{кас} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cdot \cos(\alpha(t_1) + \beta(t_1))}$$

$$\alpha(t_1) = \frac{v_1 \cdot t_1}{R_1} \qquad g = \frac{G \cdot M_n}{R_n^2} \Rightarrow R_n^2 = \frac{G}{g} \cdot M_n$$

$$R_n = \sqrt{GM_n} \cdot \frac{1}{\sqrt{g}}$$

$$\frac{v_1^2}{R_1} = \frac{GM_n}{R_1^2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM_n}{R_1}}$$

$$\beta(t_1) = \frac{v_2 \cdot t_1}{R_2}$$

$$+2\sqrt{R_1^2 - R_n^2} \cdot \sqrt{R_2^2 - R_n^2}$$

$$-R_n^2 + \cancel{R_1^2} + \cancel{R_2^2} - R_n^2 = \cancel{R_1^2} + \cancel{R_2^2} + 2R_1R_2 \cdot \cos\left(t_1\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right)\right)$$

$$\sqrt{R_1^2R_2^2 - R_n^2(R_2^2 + R_1^2) + R_n^4} = R_n^2 + R_1 \cdot R_2 \cdot \cos(\cancel{x})$$

$$\cancel{R_n^2 = R_1 \cdot R_2 \cdot \cos\left(t_1 \cdot \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right)\right)}$$

$$R_1^2R_2^2 = 3R_n^2\left(R_2^2 + R_1^2 + 2R_1R_2 \cdot \cos(x)\right) + R_1^2 \cdot R_2^2 \cdot \cos^2(x)$$

$$t_1\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right) = \arccos\left(\frac{R_n^2}{R_1 \cdot R_2}\right) + 2\pi k,\ k \in \mathbb{Z}$$

$$R_1^2 \cdot R_2^2 \cdot \sin^2(x) \approx R_n^2(R_1 + R_n)^2$$

t_1

$$\cancel{\frac{R_n^2}{R_1R_2}} \ \cancel{\text{мало}} \qquad \sin x = \frac{R_n(R_1 + R_2)}{R_1R_2}$$

10

15 10

$$\Rightarrow t_1\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right) \approx \arcsin\left(\sqrt{1 - \frac{R_n^4}{R_1^2R_2^2}}\right) \approx$$

$$\approx \sqrt{1 - \frac{R_n^4}{R_1^2 \cdot R_2^2}} \qquad x \approx \frac{R_n \cdot (R_1 + R_2)}{R_1R_2}$$

$$t_1 \quad \tau = \frac{\cancel{\arccos}\ 2\pi - \arccos\left(\frac{R_n^2}{R_1R_2}\right) - \arccos\left(\frac{R_n^2}{R_1R_2}\right)}{\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}} =$$

$$= \frac{2\pi - 2\arccos\left(\frac{R_n^2}{R_1R_2}\right)}{\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}} \qquad \sqrt{1 - \frac{R_n^4}{R_1^2R_2^2}}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times\ 19 \\ \hline 405 \\ +\ 45 \\ \hline 855 \end{array}$$

$$\tau \cdot 2\frac{G}{g}M_n$$

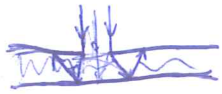
$$t_1\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right) = \frac{R_n \cdot (R_1 + R_2)}{R_1R_2}$$

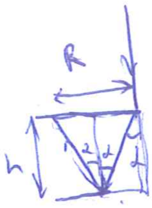
$$t_1 = \frac{(R_1 + R_2)\sqrt{R_1R_2}}{\sqrt{g}\,(R_2\sqrt{R_2} + R_1\sqrt{R_1})}$$

$$t_1 \cdot \sqrt{GM_n}\left(\frac{R_2}{\sqrt{R_1}} + \frac{R_1}{\sqrt{R_2}}\right) = R_n(R_1 + R_2)$$

черновик

№4.





$R = \frac{U_c^2 \cdot T}{Q} \approx$

$\approx \frac{0{,}04 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 3 \cdot 10^{-5}}{0{,}38^2 \cdot 10^{-8}}$

$n = 1{,}5 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{2}{3} \Rightarrow$ $\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$R_{k} = \frac{2\sqrt{LC}\,Q + 2\sqrt{LC}\left(Q^2 - 4\pi U_c^2\right)}{Q}$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{h}{x}$

$2\sqrt{LC} \qquad \frac{8 \cdot 3{,}14 \cdot 3}{0{,}1438} = \frac{24 \cdot 3{,}14}{38}$

$2x = R$

$h = \frac{2x}{\sqrt{5}} = \frac{R}{\sqrt{5}} = \frac{8}{\sqrt{5}}$

$\sqrt{3} \approx 1{,}8$

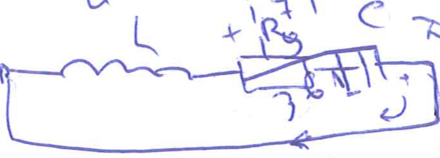
$1{,}9 \times 1{,}9 = 3{,}61$

$R^2 \cdot Q - R \cdot 2\sqrt{LC} \cdot Q + 4\pi CL \cdot U_c^2 = 0$

$D = 4LCQ^2 - 16\pi CLU_c^2$

$T = \frac{4\pi CL}{2\sqrt{CL} - CR} = \frac{RQ}{U_c^2}$

№5.



$C = 30$ мкФ

$L = 0{,}3$ Гн

$U_c = 0{,}2$ В

$-\frac{LdI}{dt} + \frac{q}{C} = I \cdot R \Rightarrow \frac{q}{C} = \dot{q}R + L\ddot{q}$

$q = a \cdot e^{bt}$

$\dot{q} = abe^{bt}$

$\ddot{q} = ab^2e^{bt}$

~~$Q = T \cdot I_m \cdot U_m$~~

$I_m \Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow U_c = I_m R$

$I_m = \frac{U_c}{R}$

$\frac{1}{C} = b \cdot R + b^2 \cdot L$

$U_m \Rightarrow I = 0 \Rightarrow q_m = CU_m$

$\omega = \frac{\sqrt{R^2C^2 + 4CL} - CR}{2CL}$

$b^2 \cdot CL + b \cdot C \cdot R - 1 = 0$

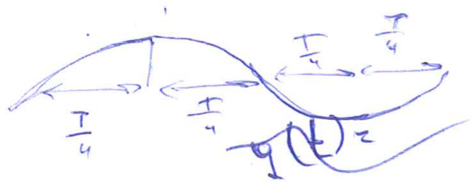
$D = R^2 \cdot C^2 + 4CL$

$q = \cos\omega t$

$b_1 = \frac{-CR + \sqrt{R^2C^2 + 4CL}}{2CL}$

$T = \frac{4\pi CL}{\sqrt{R^2C^2 + 4CL} - CR}$

$2\sqrt{CL} - CR$



$q(t) =$

$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} \gg dQ$

$\frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} = Q = T \cdot P = I_m^2 \cdot R \cdot T =$

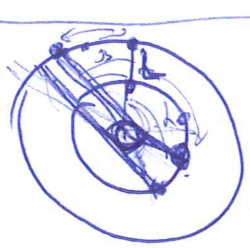
~~$Q = T \cdot \Delta W$~~

$= \frac{U_c^2}{R} \cdot T$

$Q = T \cdot I_m^2 \cdot R = U_c^2 \cdot \frac{4\pi CL}{R\sqrt{R^2C^2 + 4CL} - CR^2}$

$\frac{T}{R} = \frac{Q}{U_c^2}$

№1.



$S_2 = v_2 \cdot t = R_2 \cdot \beta$, где β в рад.

$S_1 = v_1 \cdot t = R_1 \cdot \alpha$, где α в рад.

$L_{кас} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cdot \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1 \cdot R_2 \cdot \cos(\alpha(t) + \beta(t))}$

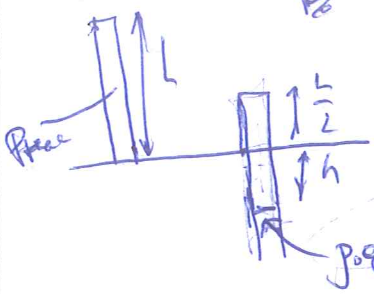
$\alpha(t_0) + \beta(t_0) = 0$

$L_H = R_2 - R_1 \Rightarrow \cos(\alpha(t_0) + \beta(t_0)) = 1 \Rightarrow$

$\frac{0{,}38^2 \cdot 10^{-8}}{0{,}04}$

Черновик

№2.



$P_в$

$P_в \cdot L \cdot S = \nu_в \cdot R \cdot T = P_в' \left(\frac{L}{2}+h\right) \cdot S$

$P_в' = \frac{P_0 \cdot L}{\frac{L}{2}+h}$

$\mu_{воз} = 29 \frac{г}{моль}$

$\mu_в = 18 \frac{г}{моль}$

$P_{нас}$

$\rho_0 g h + P_0$

$P_н = P_{нас}$

$\frac{100 \cdot 1}{0,95} + 14,5$

$100 \quad 4,5$

$\cancel{P_0 + \rho_0 g h = \frac{P_0 \cdot L}{\frac{L}{2}+h} + P_{нас}}$

$\rho_0 g h + P_0 = P = P_н + P_в'$

$\cancel{(P_{нас} + P_0) L \cdot S = \nu R T = P_0 \cdot (\frac{L}{2}+h)}$ $\cancel{\frac{P_0 \cdot \frac{L}{2} + h - P_0 \cdot L}{\frac{L}{2}+h}}$

$\cancel{P = \frac{(P_{нас} + P_0) L}{\frac{L}{2}+h} = P_0 + \rho_0 g h}$

$\cancel{P_0 = \frac{14,5 \cdot 1000}{0,95} - 10^3 \cdot 10 \cdot 0,45 = \frac{14500}{0,95} - 4,500}$

$\cancel{L \cdot (P_{нас} + P_0) = \left(\frac{L}{2}+h\right)(P_0 + \rho_0 g h)}$

$\cancel{P_0 \cdot \left(L - \frac{L}{2} - h\right) = \rho_0 g h \left(\frac{L}{2}+h\right) - L \cdot P_{нас}}$

$\cancel{P_0 = \frac{\rho_0 g h \cdot \left(\frac{L}{2}+h\right) - L \cdot P_{нас}}{}}$

$P_н = \frac{P_{нас} \cdot L}{\frac{L}{2}+h}$

$P_{нас} \cdot L \cdot S = P \nu R T \frac{L}{2} - h$

$\cancel{P_{нас}\left(\frac{L}{2}+h\right) \cdot S = \nu R T}$

$\cancel{= \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,45 \cdot 0,95 - 14,5 \cdot 10^3}{0,5 - 0,45} = \frac{4,5 \cdot 99 - 14,500}{}}$

$P_0 = \cancel{\frac{14,5 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,95}} - 10^3 \cdot 10 \cdot 0,45 =$ 29 1,9

N3.

$\varphi_0 = 0 = \frac{k q_ш}{R} + \frac{k q_c}{R} \Rightarrow$

$\Rightarrow q_c = -q_ш$

всё:

$\varphi_0 = 0 \quad 2 q_ш = q_1 + q_2 \Rightarrow q_ш = \frac{q_1 + q_2}{2}$

$q_c = -\frac{q_1 + q_2}{2}$

$q_c' = -q_1$

$\varphi_ш \quad \varphi_0 = \frac{k q_1}{R} + \frac{k q_c'}{R} \Rightarrow \varphi_ш = \frac{k q_1}{r} + \frac{k q_c'}{R} = \frac{k q_2}{r}$

$\frac{q_1}{r} - \frac{q_1}{R} = \frac{q_2}{r}$

$\frac{q_1 (R - r)}{r \cdot R} = \frac{q_2}{r}$

$q_1 (1 - \frac{r}{R}) = q_2 \Rightarrow$

$R - r = \frac{q_2 R}{q_1}$

$r = R - \frac{q_2}{q_1} \cdot R = R\left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) = \frac{R(q_1 - q_2)}{q_1} = \frac{5 \cdot 5}{7,5} = \frac{1}{0,5} = 2$ см

2,5

$R_n^2 = R_1 \cdot R_2 \cdot \cos\left(t_0 \cdot \sqrt{GM_n}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)\right)$ ~~Черновик~~ Черновик

$\Delta t_0 \cdot \sqrt{GM_n}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right) = \cancel{\arccos 2\pi}$

$L(t) = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cdot \cos\left(t \cdot \sqrt{GM_n}\left(\frac{1}{R_1}\frac{1}{R_2}\right)\right)}$

№1.

Дано:

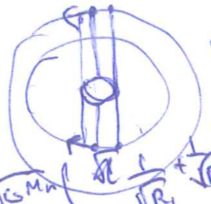
$R_1 = 8{,}4 \cdot 10^4$ км

$R_2 = 10^5$ км

$S_1 = \alpha R_1 = v_1 t$

$\alpha = \frac{v_1 \cdot t}{R_1}$

$\beta = \frac{v_2 \cdot t}{R_2}$

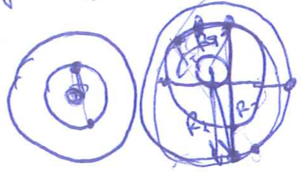


$mg = \frac{M_n \cdot m \cdot G}{R_n^2}$

$R_1^2 + R_n^2 + R_2^2 + R_n^2 + 2\sqrt{(R_1^2 + R_n^2)(R_2^2 + R_n^2)} =$

$\frac{M_n}{R_n^2} = \frac{g}{G} = R_1^2 + R_2^2 - R_1 R_2 \cdot 2 \cos \ldots$

$\alpha + \beta = t\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right) = t \cdot \sqrt{GM_n}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)$



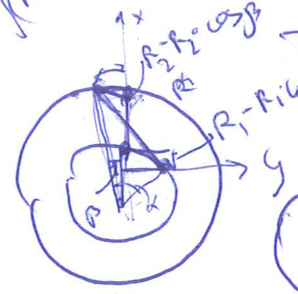
$m_1 a_1 = \frac{m_1 M_n \cdot G}{R_1^2}$

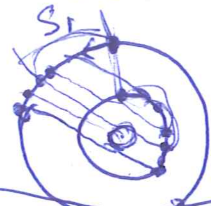
$\sqrt{(R_1 \sin\alpha + R_2 \sin\beta)^2 + R_2^2(1-\cos\beta)^2 + R_1}$ $(R_2(1-\cos\beta) + R_1)$

$a_1 = \frac{G \cdot M_n}{R_1^2} = \frac{v_1^2}{R_1} = \omega_1^2 \cdot R_1$

$\omega_1^2 = \frac{G \cdot M_n}{R_1^3}$; $\omega_2^2 = \frac{G \cdot M_n}{R_2^3}$

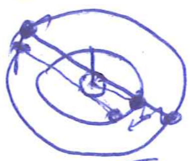
$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$; $T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2}$ $\Rightarrow$ $T_1 = \frac{2\pi R_1\sqrt{R_1}}{\sqrt{GM_n}}$; $T_2 = \frac{2\pi R_2\sqrt{R_2}}{\sqrt{GM_n}}$





$v_2 \cdot T_2 = 2\pi R_2$

$\sqrt{(v_1 dt + v_2 dt)^2 + (R_2 - R_1)^2} = L$



$L_0 = R_2 - R_1$

$v_1 \cdot T_1 = 2\pi R_1$

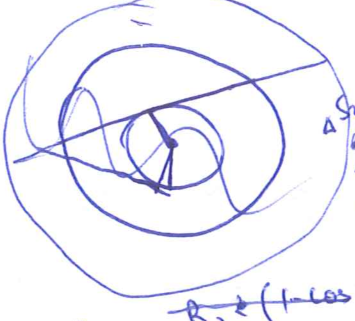
$S_1 = v_1 \cdot t_H = \sqrt{\frac{G \cdot M_n}{R_1}} \cdot t_H$ ~~$L^2 = v_1 \cdot v_2$~~

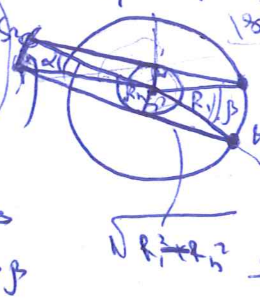
$S_2 = v_2 \cdot t_H = \sqrt{\frac{G \cdot M_n}{R_2}} \cdot t_H$

$\cos\left(180° - \frac{\alpha+\beta}{2}\right) = -\cos\frac{\alpha+\beta}{2}$

$\Delta S_1 = v_1 \cdot \tau$ $\quad 180° - \frac{\alpha+\beta}{2}$ $\quad \Delta S_2 = v_2 \cdot \tau$

$\Delta S_2 = \cancel{R_2 2\pi} = \frac{R_2 \cdot \alpha}{\pi}$





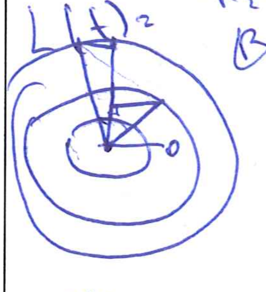
$\Delta S_2 = R_2 \cdot \alpha = v_2 \cdot \tau$

$\Delta S_1 = \beta \cdot R_1 = v_1 \cdot \tau$

~~$R_2(1-\cos$~~ $R_2 \cdot \cos\beta$

$\sqrt{R_1^2 + R_n^2}$ $\quad \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{G \cdot M_n R_2}{G \cdot M_n \cdot R_1}}$

$L(t) =$



$\frac{\beta}{\alpha} = \left(\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}\right)^3$

~~$\alpha = \frac{v_2 \cdot \tau}{R_2}$~~

$\beta = \alpha \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = \frac{v_2 \cdot \tau}{R_1}\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$

~~$L(t) =$~~

$L = \sqrt{(R_1 \sin\alpha + R_2 \sin\beta)^2 + (R_2 \cos\beta - R_1 \cos\alpha)^2} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + 2R_1R_2(\sin\alpha\sin\beta - \cos\beta\cos\alpha)} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2\cos(\alpha+\beta)}$