0 022428 890001

02-24-28-89
(4.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2.

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Орлова Александра Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист 15:37 [signature]

Дата
«9» февраля 2024 года

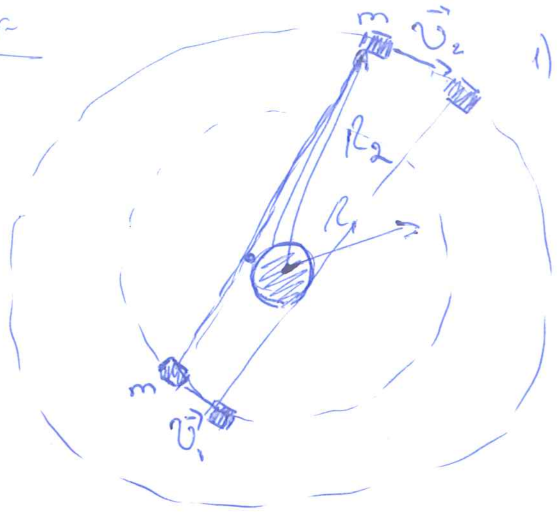
Подпись участника

02-24-28-89 (4.6)

Черновик

$R_1; R_2; g$

τ - ?



1) $F_{пр} = G\frac{mM_{пл}}{R_{пл}^2} = g\cdot m$

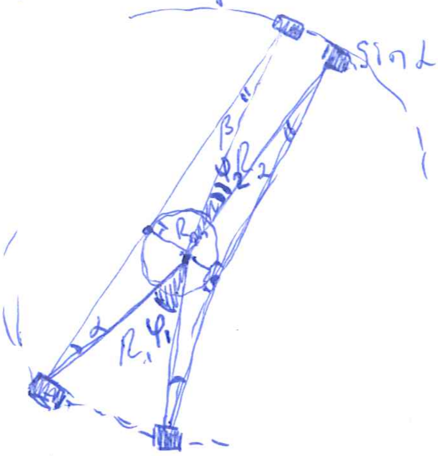
$\hookrightarrow g = G\frac{M_{пл}}{R_{пл}^2}$

2) $\cancel{m}\frac{v_1^2}{\cancel{R_1}} = \cancel{m}\frac{M_{пл}}{R_1^{\cancel{2}}}\cdot G$

$v_1^2 = \frac{M_{пл}G}{R_1}$

аналогично => $v_2^2 = \frac{M_{пл}G}{R_2}$

3) Рассмотрим касание луча с планетой, тогда:



$\sin\alpha = \frac{R_{пл}}{R_1}$; $\sin\beta = \frac{R_{пл}}{R_2}$

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

$v_1 = \sqrt{\frac{M_{пл}G}{R_1}} = \omega_1 R_1$

$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{M_{пл}G}{R_1^3}}$

Аналогично => $\omega_2 = \sqrt{\frac{M_{пл}G}{R_2^3}}$

тогда очевидно, что т.к. $R_2 > R_1$ => $\omega_1 > \omega_2$, тогда за время τ первый кор., дв. по орб. R_1 пройдет больший угол нежели второй: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$, тогда пусть к. 1 смест. на угол $\underline{\varphi_1 = \omega_1\tau}$; φ_2 тогда равен $\underline{\varphi_2 = \omega_2\tau}$ и очев $<\varphi_1$

В силу симметрии => $\alpha_1 = \alpha_2$; $\beta_1 = \beta_2$

Рассмотрим геометрию:

1	2	3	4	5	Σ
10	20	20	20	13	83

Ригиб [illegible] — Хорошатов — Воленский (Восемьдесят три)

Поляк

Задача 2 ~~Черновик~~ Чистовик.

Вод. нас. пар + воздух

$P_{\Sigma_0} = P_н + P_{в0}$.

$P_{\Sigma_1} = P_н + P_{в1}$

$l = 1$ м

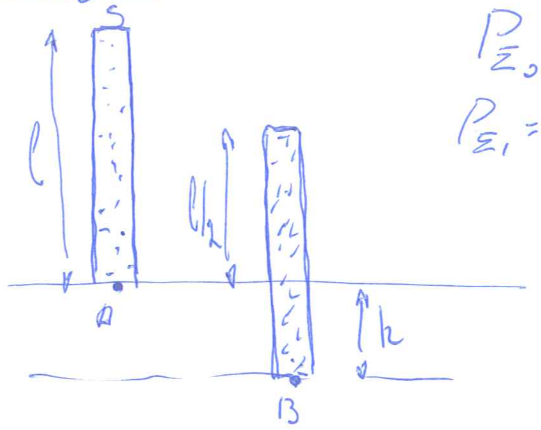
$h = 0{,}45$ м

$T = const$

$P_0 - ?$

$P_{нас} = 14{,}5$ кПа

$\rho_0 = 10^3$ кг/м^3



Для точки A: $P_{\Sigma_0} = P_0$

для т. $B \Rightarrow P_{\Sigma_1} = P_0 + \rho g h$.

тогда $\begin{cases} P_н + P_{в0} = P_0 \\ P_н + P_{в1} = P_0 + \rho g h \end{cases}$

для воздуха:

$P_{в0} \cdot \cancel{S} \cdot l = P_{в1} \cdot \cancel{S} \cdot \left(\frac{l}{2} + h\right)$

тогда $P_{в0} = P_{в1}\left(\frac{1}{2} + \frac{h}{l}\right)$ α.

$\begin{cases} P_н + P_{в1} \cdot \alpha = P_0 \\ P_н + P_{в1} = P_0 + \rho g h \end{cases} \rightarrow P_{в1} = P_0 + \rho g h - P_н$

$\alpha = \frac{1}{2} + 0{,}45 = 0{,}5 + 0{,}45 = 0{,}95$

~~$P_н + P_{в1} \cdot \alpha = P_0$~~ $P_н + \alpha(P_0 + \rho g h - P_н) = P_0$

$P_н + \alpha \rho g h - \alpha P_н = P_0(1 - \alpha)$

$P_н(1 - \alpha) + \alpha \rho g h = P_0(1 - \alpha)$

$$\boxed{P_0 = P_н + \frac{\alpha \rho g h}{1 - \alpha}} =$$

$$= 14{,}5 \cdot 10^3 + \frac{0{,}95 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot \cancel{0{,}45}\ 9}{\cancel{0{,}05}} = 14{,}5 \cdot 10^3 + 0{,}95 \cdot 10^4 \cdot 9 =$$

$$= 14{,}5 \cdot 10^3 + 8{,}55 \cdot 10^4 = 10^3(14{,}5 + 85{,}5) = 100 \text{ кПа}$$

Ответ: 100 кПа

02-24-28-89
(4.6)

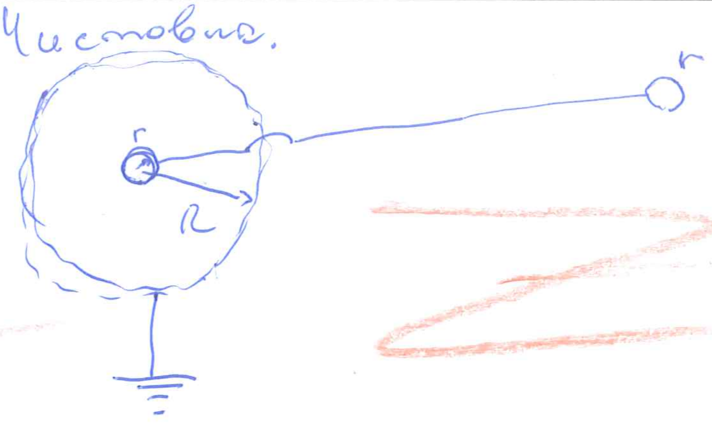
Задача 3. Чистовик.

$R = 3$ см.

$q_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл

$q_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл.

r - ?



1) Если оболочка заземлена => будем считать, что ее потенциал = 0, тогда

$$\varphi_{\text{оболочки}} = \frac{kq_1}{\cancel{R}} + \frac{kq_{об}}{\cancel{R}} = 0 \Rightarrow q_{об} = -q_1$$

2) т.к. шары соед. => $\varphi_{шара_1} = \varphi_{шара_2}$ =>

$$\varphi_{ш_1} = \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_{об}}{R} = \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} = kq_1\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$$

$$\varphi_{ш_2} = \frac{kq_2}{r} \Rightarrow \cancel{k}q_1\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right) = \cancel{k}q_2 \cdot \frac{1}{r}$$

тогда: $q_1 \cdot \frac{1}{r} - q_1 \cdot \frac{1}{R} = q_2 \cdot \frac{1}{r}$

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

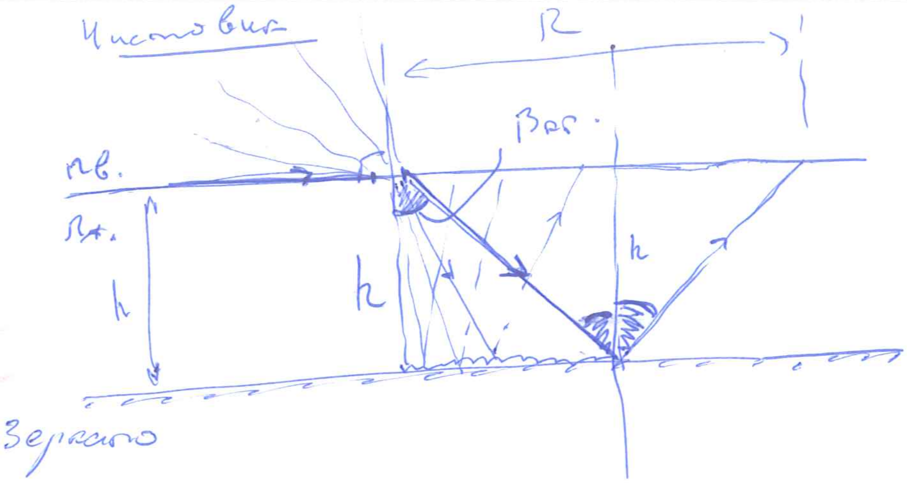
$$\frac{1}{r} = \frac{q_1}{R(q_1 - q_2)} \Rightarrow \boxed{r = R\,\frac{q_1 - q_2}{q_1}} =$$

$$= 3\text{см} \cdot \frac{5 \cdot \cancel{10^{-10}}}{\cancel{7{,}5} \cdot \cancel{10^{-10}}} = 2\text{см}.$$

2,5

Ответ: 2см.

Задача 4.
$R = 8$ см
$n = 1,5$.
$h - ?$



Появление пятна обусловлено тем, что β (угол преломления) может в зав. от угла падения α принимать значение от 0 до $\beta_{кр}$. при $\beta_{кр} \Rightarrow \alpha$ (угол падение) $= 90°$

$\Rightarrow 1 \cdot \sin 90° = n \cdot \sin\beta_{кр} \Rightarrow \underline{\sin\beta_{кр} = \frac{1}{n}}$

тогда имеет р/б $\Delta \Rightarrow$

тогда $\sin\beta_{кр} = \dfrac{R/2}{\sqrt{h^2 + \frac{R^2}{4}}} = \dfrac{1}{n}$

$$\frac{R^2}{4\left(h^2 + \frac{R^2}{4}\right)} = \frac{1}{n^2}$$

$n^2 R^2 = 4h^2 + R^2$

$4h^2 = R^2(n^2 - 1)$

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

$= 4\sqrt{2,25 - 1} = 4\sqrt{1,25} =$

$= 4\sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{4}{2}\sqrt{5} = \underline{2\sqrt{5}\text{ см}}$

Ответ: $2\sqrt{5}$ см.

Задача 5. $\Delta Q_{зат} \ll Q_\Sigma$ Чистовик

$L = 0{,}3$ Гн $\Rightarrow$ считаем, что $Q_\Sigma = const$

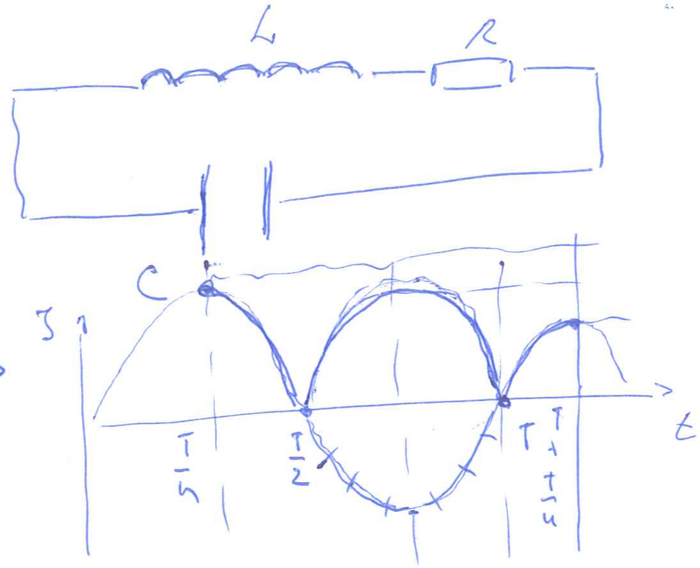
$C = 30$ мкФ

$U = 0{,}2$ В

$Q = 0{,}38$ мДж

$R - ?$

$J_{max} \Rightarrow$



+ Когда J принимает max. значение $\Rightarrow$

$\dot{J} = 0$, а тогда $|\mathcal{E}_{си}| = L\frac{dJ}{dt} = 0$; $\underline{J_{max} R = U}$

+ $T = 2\pi\sqrt{LC}$;

$J(t) = J_{max} \cos(\omega t)$; $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$Q(t) = \int_0^T J^2(t) R\, dt = \int_0^T J_{max}^2 \cos^2(\omega t) R\, dt \Rightarrow$$

+ $$Q = J_{max}^2 R \int_0^T \cos^2(\omega t)\, dt.$$

$$\boxed{Q = \frac{U^2}{R} \int_0^{2\pi\sqrt{LC}} \cos^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t\right) dt}$$

$$R = \frac{U^2}{Q} \int_0^{2\pi\sqrt{LC}} \cos^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t\right) dt$$

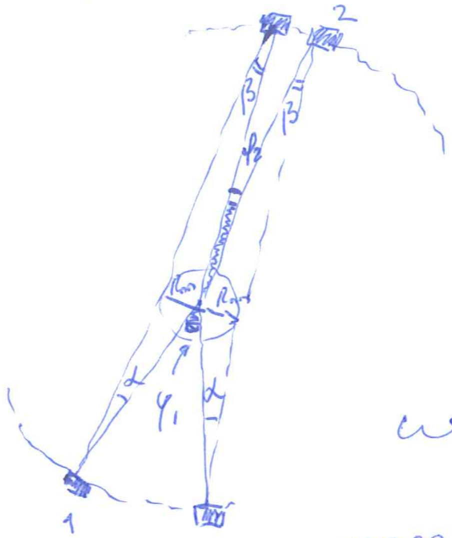
Чистовик

Задача 1

Дано: $R_1; R_2; g; \tau - ?$

1) $F_{гр} = G\frac{M M_{пл}}{R_{пл}^2} = Mg \to g = \frac{G M_{пл}}{R_{пл}^2}$

пуга с планетой:



2) Рассмотрим касание:

$\sin\alpha = \frac{R_{пл}}{R_1}; \sin\beta = \frac{R_{пл}}{R_2}$

Для кораблей: $\cancel{m}\frac{v^2}{\cancel{R}} = \cancel{m}\frac{GM_{пл}}{R^{\cancel{2}}}$

$v_1^2 = \frac{GM_{пл}}{R_1}; v_2^2 = \frac{GM_{пл}}{R_2}$

$v_1 = \sqrt{\frac{GM_{пл}}{R_1}} = \omega_1 R_1; v_2 = \sqrt{\frac{GM_{пл}}{R_2}} = \omega_2 R_2$

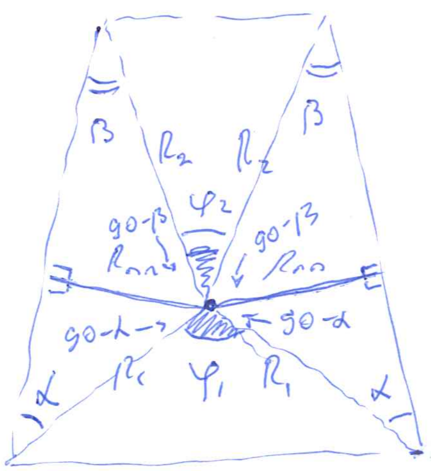
$\omega_1 = \sqrt{\frac{GM_{пл}}{R_1^3}}; \omega_2 = \sqrt{\frac{GM_{пл}}{R_2^3}}$ +

тогда очевидно, что т.к. $R_2 > R_1 \Rightarrow$

$\omega_1 > \omega_2 \Rightarrow$ тогда за равное Δt корабль 1 пройдет больший угол по своей орб-ти.

$\varphi_1 = \omega_1\tau; \varphi_2 = \omega_2\tau$.

Рассмотрим геометрию движения:



тогда:

$\varphi_2+\varphi_1+2(90-\beta)+2(90-\alpha) = 360$

$\varphi_2+\varphi_1-2\beta-2\alpha = 0$

$\omega_2\tau+\omega_1\tau = 2(\alpha+\beta)$

$\tau(\omega_1+\omega_2) = 2(\alpha+\beta)$

в силу того, что α и β малые $\Rightarrow$

$\Rightarrow \sin\alpha = \alpha; \sin\beta = \beta \Rightarrow$

$\Rightarrow \tau\left(\frac{\sqrt{\frac{GM}{R_1}}}{R_1} + \frac{\sqrt{\frac{GM}{R_2}}}{R_2}\right) = R_{пл}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$

−

$\tau\left(\frac{\sqrt{\frac{g R_{пл}}{R_1}}}{R_1} + \frac{\sqrt{\frac{g}{R_2}}}{R_2}\right) = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$

Чистовик

$$\tau\left[\frac{\sqrt{\frac{g}{R_1}}\cdot R_2+\sqrt{\frac{g}{R_2}}\cdot R_1}{\cancel{R_1R_2}}\right]=\frac{R_1+R_2}{\cancel{R_1R_2}}$$

$$\boxed{\tau=\frac{R_1+R_2}{\sqrt{\frac{g}{R_1}}\cdot R_2+\sqrt{\frac{g}{R_2}}\cdot R_1}}$$

$R_1 = 6{,}4\cdot 10^4\cdot 10^3 = 64\cdot 10^6$ м

$R_2 = 10^5$ км $= 10^8$ м

$$\tau=\frac{64\cdot10^6+10^8}{\sqrt{\frac{9}{64\cdot10^6}}\cdot10^8+\sqrt{\frac{9}{10^8}}\cdot64\cdot10^6}=$$

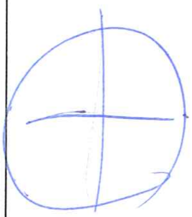
$$=\frac{64\cdot10^6+10^8}{\frac{3}{8\cdot\cancel{10^3}}\cdot\cancel{10^8}^{10^5}+\frac{3}{\cancel{10^4}}\cdot64\cdot\cancel{10^6}^{10^2}}=\frac{(64+100)\cdot10^6}{3\left(\frac{10^5}{8}+64\cdot10^2\right)}=$$

$$=\frac{164\cdot10^6}{3(0{,}125\cdot10^5+6400)}=\frac{164\cdot10^6}{3\cdot(125\cdot100+6400)}=\frac{164\cdot10^6}{3\cdot(12500+6400)}$$

$$=\frac{164\cdot\cancel{10^6}^4}{3(189\cancel{00})}=\frac{164}{3\cdot189}\cdot10^4=\frac{164}{567}\cdot10^4\text{ с}$$

Черновик.

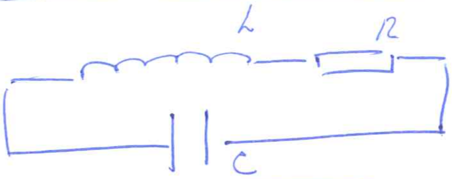
$$Q = \int U I \, dt = \frac{q_{max}^2}{2C\sqrt{LC}} \int_0^T \sin(2\omega t)\, dt =$$



$$= \frac{q_{max}^2}{2C\sqrt{LC}} \cdot \left(-\frac{\sqrt{LC}}{2}\cos(2\omega t)\right)\Bigg|_0^{2\pi\sqrt{LC}} =$$

$$= \cancel{q_{max}} \frac{C^2U^2}{2C\sqrt{LC}}\left(-\frac{\sqrt{LC}}{2}\cdot\cos\left(\frac{2}{\sqrt{LC}}\cdot 2\pi\sqrt{LC}\right)\right) =$$

$$= \frac{C^2U^2}{2}\cdot\frac{-1}{2}\cdot\cos 4\pi = \frac{CU^2}{2}$$



$$Q = \int_0^T P(t)\,dt$$

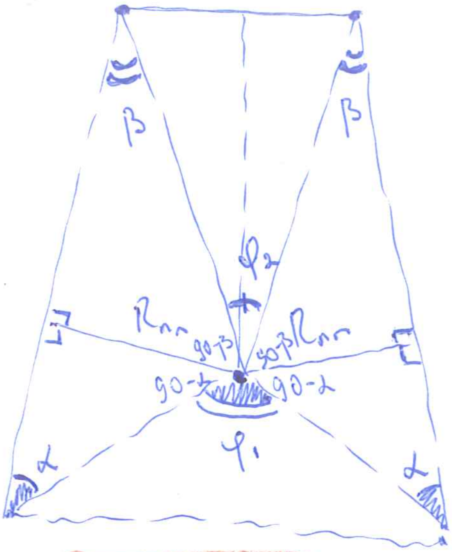
$$\cancel{P(t) = I(t)\cdot U(t)}$$

$T = 2\pi\sqrt{LC}$; $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\cancel{I(t) = I_{max}\cos(\omega t)} = I_{max}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$

$$\int \cos^2(\omega t)\, dt =$$

Черновик



$$\left.\begin{aligned}\sin\alpha &= \frac{R_{пп}}{R_1} = \alpha\\ \sin\beta &= \frac{R_{пп}}{R_2} = \beta\end{aligned}\right\} ; \quad \begin{aligned}\varphi_1 &= \omega_1\tau = \sqrt{\frac{MG}{R_1^3}}\,\tau\\ \varphi_2 &= \omega_2\tau = \sqrt{\frac{MG}{R_2^3}}\,\tau\end{aligned}$$

$$2(90-\beta)+\varphi_2+\varphi_1+2(90-\alpha)=360$$

$$\cancel{180}-2\beta+\varphi_2+\varphi_1+\cancel{180}-2\alpha=\cancel{360}$$

$$\varphi_1+\varphi_2-2\alpha-2\beta=0$$

тогда имеет:

$$\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_1^3}}\,\tau+\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_2^3}}\,\tau-2\frac{R_{пп}}{R_1}-2\frac{R_{пп}}{R_2}=0$$

$$\tau\left[\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_1^3}}+\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_2^3}}\right]=2R_{пп}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$$

$$\tau\left[\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_1^3R_{пп}^2}}+\sqrt{\frac{M_{пп}G}{R_2^3R_{пп}^2}}\right]=2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) \qquad c=\frac{1}{\sqrt{\frac{m}{c^2}}\cdot\frac{1}{m^2}}=\frac{1}{\frac{\sqrt{m}}{c}\cdot\frac{1}{m^2}}$$

$$\tau\left[\sqrt{\frac{g}{R_1^3}}+\sqrt{\frac{g}{R_2^3}}\right]=2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$$

$$\tau\sqrt{g}\left(\sqrt{\frac{1}{R_1^3}}+\sqrt{\frac{1}{R_2^3}}\right)=2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$$

$$\tau=\frac{2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}{\sqrt{g}\left(\frac{1}{R_1^3}+\frac{1}{R_2^3}\right)}=\frac{2\cdot\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}}{\sqrt{g}\,\frac{R_1^3+R_2^3}{R_1^{3\,2}R_2^{3\,2}}}=\frac{2(R_1+R_2)}{\sqrt{g}\,\frac{R_1^3+R_2^3}{R_1^2R_2^2}}=$$

$$R_1^3+R_2^3=(R_1+R_2)(R_1^2-R_1R_2+R_2^2)=R_1^3-\cancel{R_1^2R_2}+\cancel{R_2^2R_1}+\cancel{R_2R_1^2}-\cancel{R_1R_2^2}+R_2^3$$

$$=\frac{2(\cancel{R_1+R_2})}{\sqrt{g}\,\frac{(\cancel{R_1+R_2})(R_1^2-R_1R_2+R_2^2)}{R_1^2R_2^2}}=\frac{2}{\sqrt{g}\left[\frac{1}{R_2^2}-\frac{1}{R_1R_2}+\frac{1}{R_1^2}\right]}$$

02-24-28-89
(4.6)

Черновик

$0{,}55 \cdot 9 =$

$64 \cdot 8 = 480 + 32 = 512$

$$\tau \sqrt{g} = \left[\sqrt{\frac{1}{R_1^3}} + \sqrt{\frac{1}{R_2^3}}\right] = 2\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$$

$95 \cdot 9 = 810 + 45 = 855$

Счет:

$$\sqrt{\frac{1}{R_1^3}} = \sqrt{\frac{1}{(8^2 \cdot 10^3)^3}} = \frac{1}{8}\sqrt{\frac{1}{10^9 \cdot 10^3}} = \frac{1}{8}\sqrt{\frac{1}{10^{12}}} = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{10^6}$$

$$\sqrt{\frac{1}{R_2^3}} = \sqrt{\frac{1}{(100 \cdot 10^3)^3}} = \frac{1}{10} \cdot \sqrt{\frac{1}{10}}$$

$189 \cdot 2 = 260 + 18 = 378.$

Счет: $$\sqrt{\frac{1}{R_1^3}} = \sqrt{\frac{1}{(8^2 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^3}} = \sqrt{\frac{1}{8^6 \cdot 10^{18}}} = \frac{1}{8^3 \cdot 10^9}$$

$$\left(\frac{\cos^3 x}{3}\right)' = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot \cos^2 x \cdot (-\sin x)$$

$$\sqrt{\frac{1}{R_2^3}} = \sqrt{\frac{1}{(10^5 \cdot 10^3)^3}} = \sqrt{\frac{1}{10^{24}}} = \frac{1}{10^{12}}$$

$$\tau \cdot 3\left[\frac{1}{8^3 \cdot 10^9} + \frac{1}{10^{12}}\right] = 2\left[\frac{1}{10^8} + \frac{1}{8^2 \cdot 10^6}\right]$$

$$\frac{\tau \cdot 3}{10^6}\left[\frac{1}{8^3 \cdot 10^3} + \frac{1}{10^6}\right] = 2 \cdot \frac{1}{10^6}\left[\frac{1}{10^2} + \frac{1}{8^2}\right]$$

$3 \cdot 189 = 300 + 240 + 27 = 540 + 27 = 567$

$$\frac{\tau \cdot 3}{10^3}\left[\frac{1}{8^3} + \frac{1}{10^3}\right] = 2\left[\frac{1}{100} + \frac{1}{64}\right]$$

$$\frac{\tau \cdot 3}{10^3} \cdot \frac{10^3 + 8^3}{\cancel{64 \cdot 100} \cdot 10 \cdot 8} = 2 \cdot \frac{64 + 100}{\cancel{64 \cdot 100}}$$

$1{,}25 = 1 + \frac{1}{4} = \frac{5}{4}.$

$$\frac{\tau \cdot 3\,(1000 + 64 \cdot 8)}{10^3} = 2 \cdot 164 \cdot \overset{41}{\cancel{82}}$$

$$\frac{\tau \cdot 3 \cdot 1512}{10^3} = 328 \qquad \tau = \frac{\overset{164}{\cancel{328}} \cdot 10^3}{3 \cdot \cancel{1512}} = \frac{41}{3 \cdot 189} \cdot 10^3\,с$$

$\cancel{756}$ $\cancel{378}$ 189

$= \frac{41}{567} \cdot 10^3\,с.$

$$\int \cos^2 x = \frac{\cos^3 x}{3}$$ $\sin x$

$$\int x^2 = \frac{x^3}{3}$$

$$\left(\frac{x^3}{3}\right)' = \frac{1}{3} \cdot x^2 \cdot 3 = x^2$$

$\cancel{-\frac{1}{3}(\sin x \cdot \cos^3 x)' = -\frac{1}{3}\left[\cos x \cdot \cos^3 x + \frac{3}{3}\cos x \cdot \sin x\right] = -\frac{1}{3}}$

Черновик

$\int f(x)\cdot g(x)\,dx = F(fx)\cdot g(x) + F(gx)\,f_x$

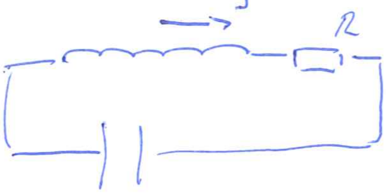
$\left(F(f_x)\cdot g_x + F(g_x)f_x\right)' = \left(F(f_x)\cdot g_x\right)' + \left(F(g_x)f_x\right)' =$

$= [F(f_x)]'\cdot g_x + g_x' F(f_x) + \left(F(g(x))\right)'\cdot f_x + f_x'\cdot F(g_x)$

$f_x\cdot g_x + g'\cdot F(f_x) + g_x f_x$

$J_{max} R = U$; $Q = -\Delta W = W_2 - W_1$

$J_{max} = q_{max}\cdot\omega$; $W_1 = \frac{LJ^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$; $W_2 = \frac{LJ_1^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2}$



$\left(\frac{CU^2}{2} + \frac{LJ^2}{2} + \frac{U^2 t}{R}\right)' = (const)'$

$q = CU$

$U = \frac{q}{C}$

$\left(\frac{q^2}{2C} + \frac{LJ^2}{2} + \frac{q^2}{C^2R}\cdot t\right)' = (const)'$

$Q = \int UJ\,dt$

$\left(q^2\left[\frac{1}{2C} + \frac{t}{C^2R}\right] + \frac{LJ^2}{2}\right)' = 0$

$U(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{1}{C}\cdot q_{max}\cos\omega t$

$2q\cdot J\cdot\left[\frac{1}{2C} + \frac{t}{C^2R}\right] + \frac{1}{C^2R}\cdot q^2 + \frac{L}{2}\cdot 2J\cdot\dot{J}$

$J(t) = \frac{q_{max}}{\sqrt{LC}}\sin\omega t$

$\frac{1}{2C}\cdot 2q\cdot\dot{q} + \frac{L}{2}\cdot 2J\cdot\dot{J} + \frac{q^2}{C^2R} + \frac{2q\cdot\dot{q}}{C^2R}t = 0.$

$JU = \frac{q_{max}^2}{2C\sqrt{LC}}\sin(2\omega t)$

$\frac{q}{C}\cdot\dot{q} + L\cdot\dot{q}\ddot{q} + \frac{q^2}{C^2R} + \frac{2q\dot{q}}{C^2R}t = 0.$

$\int\sin x = -\cos x$

$\int\sin 2x = -\frac{1}{2}\cos x =$

$q_{max} =$

$\int\sin 2\omega t = \frac{-1}{2\omega}\cos 2\omega t.$