0 443075 020007

44-30-75-02
(3.7)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов" по физике

по физике

Загидуллина Марселя Ренатовича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

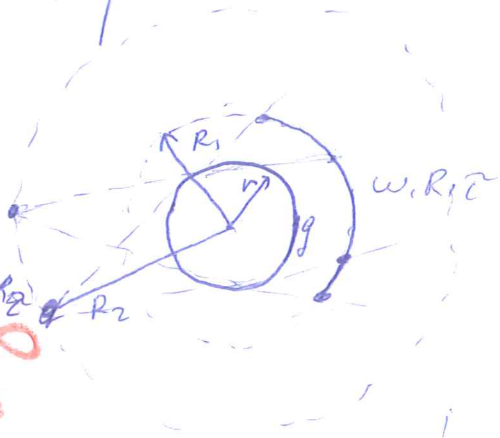
Дата

«9» февраля 2024 года

Подпись участника

44-30-75-02 (3.7)

Черновик



$$\frac{F}{m} = g = \frac{M}{r^2} G \qquad g_1 = \frac{MG}{R_1^2} = \frac{v_1^2}{R_1}$$

$$r^2 = \frac{MG}{g} \qquad g_2 = \frac{MG}{R_2^2} = \frac{v_2^2}{R_2}$$

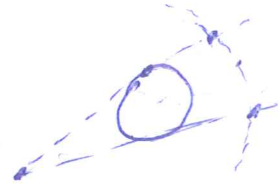
$$v_1^2 = \frac{MG}{R_1} \Rightarrow \omega_1 = v_1 R_1 = \frac{\sqrt{MG}}{\sqrt{R_1}} R_1 = \sqrt{MGR_1}$$

$$\omega_2 = \sqrt{MGR_2}$$

$V = \omega R$

$r \ll R_1$
$r \ll R_2$

$$T_2 \quad \frac{1}{0{,}64 \cdot 10^8} + \frac{1}{800}$$



$\frac{T}{2}$ — вр. за которое $\Delta\varphi \to \pi$.

$$2\pi = (\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \leq \varphi_0$$

$$\varphi_0 = \pi - \alpha_1 - \alpha_2$$

$$\alpha_1 = \frac{r}{R_1}; \quad \alpha_2 = \frac{r}{R_2}$$

$$\Delta\varphi(t) = \varphi_2(t) - \varphi_1(t) = \omega_2 t - \omega_1 t$$

$$\Delta\varphi = 2\pi - (\varphi_1(t) - \varphi_2(t)) =$$

$$= 2\pi - \omega_1 t + \omega_2 t$$

$$\varphi_0 = \pi - \frac{r}{R_1} - \frac{r}{R_2}$$

$$\pi - \varphi_0 = \frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}$$

$$\Delta\dot\varphi = \Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$$

$$T = \frac{2 \cdot 1{,}64 \cdot 10^8}{0{,}64 \cdot 10^8 \cdot 10^3 \cdot 3 (0{,}8 \cdot 10^4 - 0{,}8 \cdot 10^4)} =$$

$$= \frac{3{,}28 \cdot 10^8 \, 5}{0{,}64 \cdot 10^8 \cdot 10^4 \cdot 3} =$$

$$\frac{T}{2} = \frac{\frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\sqrt{MG}(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})} \sqrt{\frac{MG}{g}} =$$

$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}) \sqrt{g}}$$

$$T = \frac{2(R_1 + R_2)}{R_1 R_2 (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}) \sqrt{g}}$$

$$g_1 = \frac{MG}{R_1^2} \qquad \omega_1 = \sqrt{\frac{MG}{R_1}} R_1$$

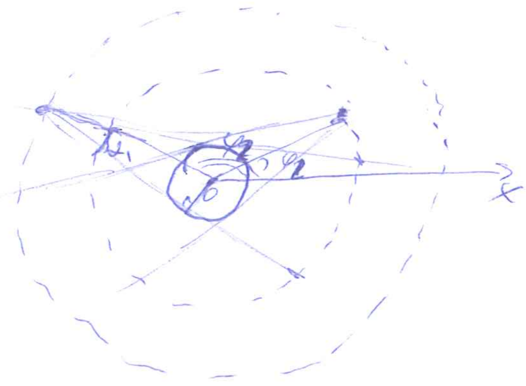
$$v_1^2 = \frac{MG}{R_1^2} R_1 = \frac{MG}{R_1}$$

1	2	3	4	5	Σ
15	6	20	10	20	81
Толоконников	Калинич А.И.	[illegible]	Шишкин Ю.Ф.	Соколовская Ю.Г.	

44-30-75-02 (3.7)

Чистовик

Задача №1



Дано:

$R_1 = 6{,}4 \cdot 10^4$ км

$R_2 = 10^5$ км

$g = 9$ м/с²

r – несколько тысяч километров

Найти: τ – ?

1) Введём ось $O.x$ так, как ~~это~~ показано на рисунке. Пусть φ_1 – угловая координата спутника, вращающегося по орбите радиуса R_1, ~~[illegible]~~.

φ_2 – угловая координата спутника, вращающегося по орбите радиуса R_2

φ_1 и φ_2 будем отсчитывать от $O.x$.

M – масса планеты
G – гравитационная постоянная

2) $g_1 = \frac{MG}{R_1^2}$, $g_2 = \frac{MG}{R_2^2}$ } – ускорения свободного падения, действующие на спутники.

$g_1 = \frac{V_1^2}{R_1}$, ~~v_1 – скорость~~ V_1 и V_2 – скорости спутников.

$g_2 = \frac{V_2^2}{R_2}$,

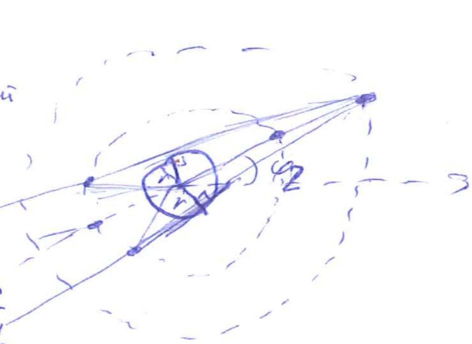
$\omega_1 = V_1 R_1 = \cancel{g_1 R_1^2}\ R_1\sqrt{g_1 R_1} = \sqrt{MGR_1}$ – угловые скорости спутников.

$\omega_2 = V_2 R_2 = R_2\sqrt{g_2 R_2} = \sqrt{MGR_2}$

3) Спутники будут оказываться в теневых зонах тогда, когда один спутник окажется между касательными, проведёнными к планете из точки нахождения другого спутника.

Введём $\Delta\varphi = 2\pi - (\varphi_1 - \varphi_2)$

Тогда из геометрических соображений спутники окажутся в теневой зоне при $\Delta\varphi < \varphi_0$, $\varphi_0 = 2\pi - \alpha_1 - \alpha_2$,



где ~~$\alpha_1 = \arcsin \frac{r}{...}$~~ ~~$\alpha_2 = \arcsin \frac{...}{\sqrt{...}}$~~ $\alpha_1 = \arcsin\frac{r}{R_1}$

$\alpha_2 = \arcsin\frac{r}{R_2}$

Т.к. r – величина порядка 10^3, а R_1 и R_2 порядка 10^4 и 10^5, то ~~то~~ $r \ll R_1$, $r \ll R_2$ $\Rightarrow$ $\alpha_1 = \cancel{\frac{...}{\sqrt{...}}} = \frac{r}{R_1}$

$\alpha_2 = \cancel{\frac{...}{\sqrt{...}}} = \frac{r}{R_2}$

Чистовик

Продолжение задачи N1

4) Половина времени ($\frac{\tau}{2}$) нахождения в слепой зоне пройдёт за то время, за которое $\Delta\varphi$ изменится от φ_0 до π.

$$\pi - \varphi_0 = \pi - (\pi - \alpha_1 - \alpha_2) = \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}$$

Скорость изменения $\Delta\varphi$ — $\Delta\dot{\varphi} = \dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1$

Т.к. $\varphi_1 = \varphi_{01} + \omega_1 t$, $\varphi_2 = \varphi_{02} + \omega_2 t$ $\Rightarrow \Delta\dot{\varphi} = \omega_2 - \omega_1$.

~~5) Из пункта 4~~ $\cancel{\Rightarrow \frac{\tau}{2} = \frac{\frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}}{\omega_2 - \omega_1}}$

5) Из пункта 4 $\Rightarrow \frac{\tau}{2} = \frac{\pi - \varphi_0}{\Delta\dot{\varphi}} = \frac{\frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}}{\omega_2 - \omega_1}$.

$$\frac{\tau}{2} = r\,\frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\omega_2 - \omega_1}$$

$g = \frac{MG}{r^2}$ — ускорение свободного падения на пов-ти планеты.

$$r = \sqrt{\frac{MG}{g}}$$

$$\tau = 2\sqrt{\frac{MG}{g}} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 \sqrt{MG}(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})} = \frac{2(R_1 + R_2)}{R_1 R_2 \sqrt{g}(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})}$$

$$\cancel{\tau = 2 \cdot \frac{6{,}4\cdot10^4 + 10^5}{6{,}4\cdot10^4 \cdot 10^5 \sqrt{9}(\sqrt{10^5} - \sqrt{6{,}4\cdot10^4})} = \frac{1{,}64\cdot10^5}{6{,}4\cdot10^9 \cdot 3 \cdot 10^2(\sqrt{10} - \sqrt{6{,}4})}} =$$

$$\cancel{= \frac{1{,}64\cdot10^5}{6{,}4\cdot10^9\cdot3\sqrt{10}\cdot10^2(1-0{,}8)} = \frac{1{,}64\cdot10^5}{6{,}4\cdot10^{11}\cdot3\cdot0{,}2} = \frac{1{,}64\cdot5}{6{,}4\cdot10^6\cdot3}} =$$

$\cancel{1{,}64 \times 5 = 8{,}20}$ $\cancel{6{,}4 \times 3 = 19{,}2}$ $\cancel{= \frac{8{,}2}{19{,}2\cdot10^6}}$

$$\tau = 2 \cdot \frac{0{,}64\cdot10^8 + 10^8}{0{,}64\cdot10^8 \cdot 10^8 \sqrt{9}(\sqrt{10^8} - \sqrt{0{,}64\cdot10^8})} =$$

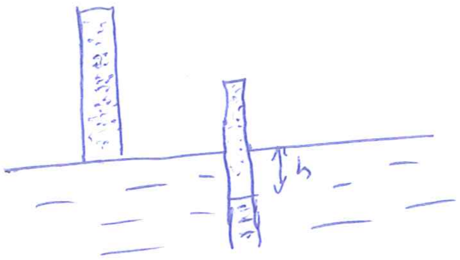
$$= \frac{3{,}28\cdot10^8}{1{,}92\cdot10^8\cdot10^4\cdot10^8\cdot0{,}2} = \frac{3{,}28\cdot5}{1{,}92\cdot10^{12}} = \frac{16{,}4}{1{,}92\cdot10^{12}}$$

$$= \frac{164\cdot10^{-1}}{192\cdot10^{10}} = \frac{41\cdot10^{-1}}{48\cdot10^{10}} = \frac{41}{48}\cdot10^{-11}\ (c)$$

Ответ: $\tau = \frac{41}{48}\cdot10^{-11}$ с.

Чистовик

Задача №2



Дано: $T = const$

$l = 1$ м

$h = 0{,}45$ м

$p_0 = 10^5$ Па

$\rho_0 = 10^3$ кг/м³

$g = 10$ м/с²

Найти: $p_{нас.}$ – ?

1) p_0 – ~~де~~ атмосферное давлении – давление воздуха в пробирке в начале

$\cancel{2)}$ $p_0 = \frac{\nu_0 RT}{V} = \frac{\nu_0 RT}{lS}$, где ν_0 – кол-во воздуха, T – температура воздуха, S – площадь поп. сеч. ~~трубы~~ пробирки.

$\cancel{2}$ p_1 – давление воздуха пол опускания пробирки в ~~воду~~

$p_1 = \frac{\nu_0 RT}{(l/2 + h)S}$ $\nu_0 RT = p_0 lS$ Тогда $p_1 = \frac{p_0 lS}{(l/2+h)S} = \frac{p_0 l}{l/2 + h}$

3) Условие равновесия: ~~дав~~

$p_0 + S\rho_0 gh = p_1 S + p_{нас.} S \;|:S$ $T = const \Rightarrow p_{нас.} = const$. (по усл.)

$p_{нас.} \cancel{+} p_1 = \rho_0 gh + p_0$

$p_{нас.} = \rho_0 gh - \frac{p_0 l}{l/2 + h} + p_0$

~~$p_{нас.} = 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}45 - \frac{10^5 \cdot 1}{0{,}5 + 0{,}45} = 10^4 \cdot 0{,}45 - \frac{10^5}{95 \cdot 10^{-2}} = 45 \cdot 10^2 - \frac{10^7}{95} = 45 \cdot 10^2 - 10^6 \ldots \approx 4500 - 10 \cdot 10^4 = 4500 - 10^5$~~

~~$\frac{1}{0{,}95} \approx 1{,}005$~~

$p_{нас.} = 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}45 - \frac{10^5}{0{,}5 + 0{,}45} + 10^5 = 10^5 + 45 \cdot 10^2 - \frac{10^5}{95 \cdot 10^{-2}} =$

$= \cancel{104500}\, 104500 - 10^5 \cdot \frac{1}{0{,}95} \approx 104500 - 10^5 \cdot 1{,}005 =$

$= 104500 - 100500 \approx \cancel{104000\,(Па)} = 4000$ Па.

Ответ: $p_{нас.} = 4000$ Па

~~8~~ Чистовик

Задача №3

Дано:

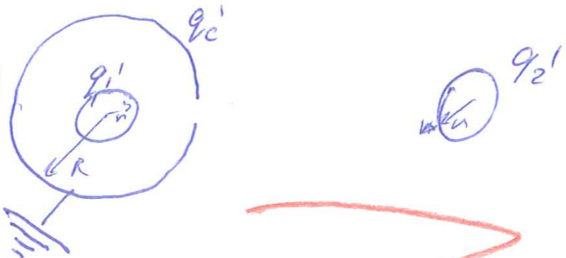
$q_1 = 6\cdot10^{-10}$ Кл

$q_2 = 2\cdot10^{-10}$ Кл

$r = 2$ см $= 0{,}02$ м

Найти: R-?

(I)



Для ситуации (I):

$$\frac{kq_1'}{R} + \frac{kq_c'}{R} = 0 \Rightarrow q_1' = -q_c' = q_0$$

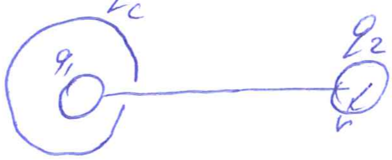
~~$\frac{kq_2}{r}$~~ Заряды шаров изначально одинаковы, значит $q_2' = q_0$

~~2(I)~~

Для ситуации (II)

$$\frac{kq_1}{R} + \frac{kq_c}{R} = 0 \Rightarrow q_1 = -q_c$$

(II):



$$\frac{kq_1}{r} + \frac{kq_c}{R} = \frac{kq_2}{r} \Leftrightarrow \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} = \frac{kq_2}{r}$$

Тогда $\frac{\cancel{k}q_1}{R} = \frac{\cancel{k}}{r}(q_1 - q_2) \Rightarrow R = \frac{q_1 r}{(q_1 - q_2)}$

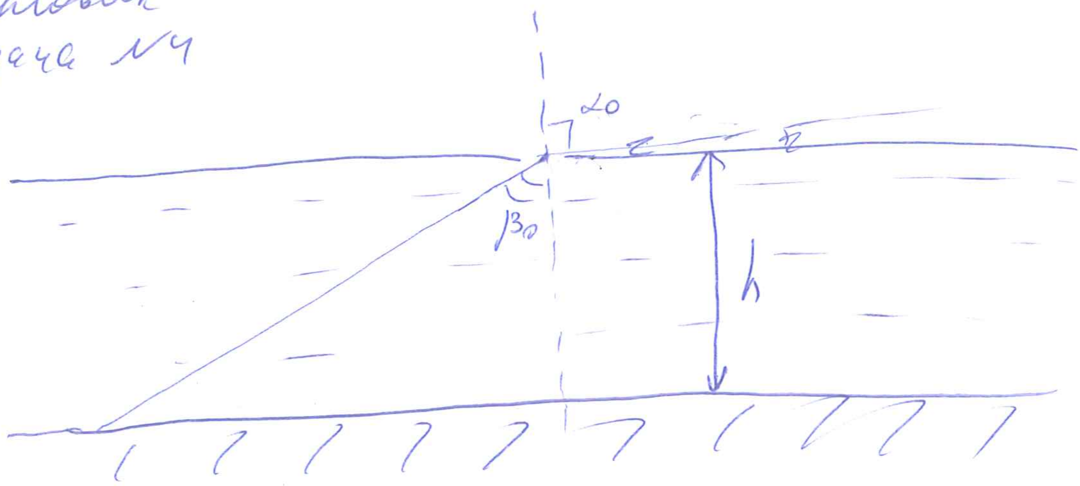
~~$R = \frac{rq_1}{q_1 + q}$~~

$$R = \frac{6\cdot10^{-10}\cdot2\cdot10^{-2}}{6\cdot10^{-10} - 2\cdot10^{-10}} = \frac{12\cdot10^{-12}}{4\cdot10^{-10}} = 3\cdot10^{-2}\ (м)$$

~~Ответ: $R = 3\cdot10^{-2}$~~

Ответ: $R = 3\cdot10^{-2}$ м.

Чистовик
Задача №4



Дано:
$h = 5 см = 5\cdot10^{-2} м$
$n = 1{,}5$
Найти: R – ?

Решение:
~~Световые дате~~
1) Дальше всего от отверстия попадут лучи, зашедшие под максимальным углом $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$

2) Этот луч преломляется.
~~По закону преломления~~

$$\frac{\sin\alpha_0}{\sin\beta_0} = n \Rightarrow \sin\beta_0 = \frac{1}{n}$$

3) По пути до зеркала луч пройдёт в горизонтальном направлении то же расстояние, что и после зеркала до экрана.
Это расстояние $R/2$

$$ctg\beta_0 = \frac{h}{R/2} = \frac{2h}{R}$$

$$\sin^2\beta_0 + \cos^2\beta_0 = 1 \quad | : \sin^2\beta_0$$

$$1 + ctg^2\beta_0 = \frac{1}{\sin^2\beta_0} \Rightarrow ctg\beta_0 = \sqrt{\frac{1}{\sin^2\beta_0} - 1}$$

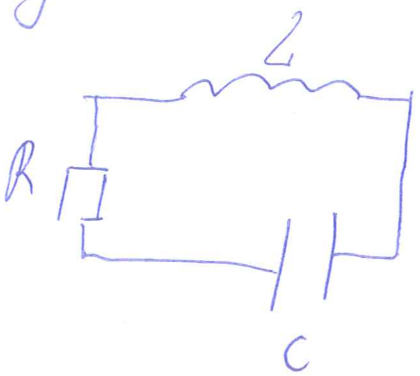
$$ctg\beta_0 = \sqrt{n^2-1} = \frac{2h}{R}$$

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

$$R = \frac{0{,}5\cdot10^{-2}\cdot 2}{\sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2-1}} = \frac{10^{-1}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} = \frac{2}{5\cdot10\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{25} (м)$$

Ответ: $R = \frac{\sqrt{5}}{25}$ м.

Задача 5 Чистовик



Дано:

$C = 30$ мкФ $= 30 \cdot 10^{-6}$ Ф

$L = 0{,}3$ Гн

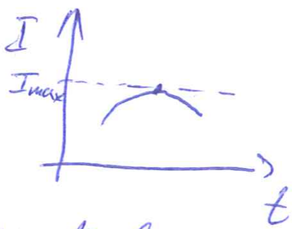
$R = 1$ Ом

$U = 2$ В

Найти: $Q(T)$-?

~~1. Так как колебания малоз~~

1. Так как в момент, когда напряжение ~~между обкладками~~ на конденсаторе равно U ток достигает локального максимума, то $\frac{dI}{dt} = 0$ — производная тока по времени равна 0



А ЭДС самоиндукции на катушке ~~ра~~ пропорциональна производной тока по времени.

Тогда ЭДС самоиндукции в этот момент равна нулю. (+)

А значит падения напряжения на катушке ~~нет~~ не будет.

Тогда напряжение на резисторе равно напряжению на конденсаторе. Тогда по закону Ома для участка цепи: $I_{max} = \frac{U}{R}$ (+)

2) Т.к. колебания слабозатухающие, то на одном периоде их можно ~~считать~~ приближенно считать гармоническими.

При гармонических колебаниях ~~мощность~~ работу тока можно рассчитать ~~ка~~ так:

$A(t) = Q(t) = I_g^2 R t$, где $I_g = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

Тогда $Q(T) = \frac{I_{max}^2}{2} R T = \frac{U^2}{2R} T$, где T — период колебаний.

Продолжение задачи №5 Чистовик

$T = \frac{2\pi}{\omega}$, где ω - циклическая частота колебаний.

~~Тогда~~ Так как мы приняли колебания гармоническими, то $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$.

Тогда $T = 2\pi\sqrt{LC}$. (+)

$Q(T) = \frac{U^2}{2R} \cdot 2\pi\sqrt{LC}$ (+)

~~$Q(T) = \frac{2^2}{2} \cdot 2 \cdot 3,14$~~

~~$Q(T) = 2^2$~~

$Q(T) = \frac{2^2}{2} \cdot 2 \cdot 3,14\sqrt{0,3 \cdot 30 \cdot 10^{-6}} =$

$= 4 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{3 \cdot 10^{-1} \cdot 3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} =$

$= 4 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 12 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} =$

$= 37,68 \cdot 10^{-3} = 0,03768$ (Дж)

$Q(T) = 37,68$ мДж

$Q(T) \approx 38$ мДж

$$\begin{array}{r} \times\ 3,14 \\ 12 \\ \hline +\ 628 \\ 314\ \ \\ \hline 37,68 \end{array}$$

Ответ: $Q(T) = 38$ мДж. (+)

Черновик

$T = const \Rightarrow p_{нас.} = const$

$p_{нас}$
$p_0 + p_{нас.}$
$V = Sl$

ν_1

ν_2

$\uparrow - \rho_0 g h$
$\downarrow (p_1 + p_{нас.})S$

$p_1 = \frac{\nu_0 RT}{(l/2+h)S}$

$Sl p_0 = \nu_0 RT$

$p_1 = \frac{p_0 l S}{(l/2+h)S}$

$p_{нас.} = \frac{\nu_1 RT}{lS} = \frac{\nu_2 RT}{(l/2+h)S}$

$\nu_1 (l/2+h) = \nu_2 l$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{l}{l/2+h}$

$\rho_0 g h = p_{нас.} + \frac{p_0 l}{l/2+h}$

$p_{нас.} = \rho_0 g h - \frac{p_0 l}{l/2+h}$

~~$p_{нас.} = \frac{\nu_1 RT}{lS} = \frac{\nu_2 RT}{S(l/2+h)} = \rho_0 g h$~~

$\frac{2}{0}\ \frac{19}{0,10}$ 20 19 10 0 100

№3

$2q_0 = q_1 + q_2$

До соединения

$\varphi_c^{(н)} = \frac{kq_1'}{R} + \frac{kq_c'}{R} = 0 \Rightarrow q_c' = q_0$

$\varphi_c^{(к)} = \frac{kq_1}{R} + \frac{kq_c}{R} = 0 = q_1 = q_c$

$\varphi_1^{(н)} = \frac{kq_1'}{r} + \frac{kq_c'}{R}$

$\varphi_1^{(к)} = \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_c}{R}$

$\varphi_2^{(н)} = \frac{kq_0}{r}$

$\varphi_2^{(к)} = \varphi_1^{(к)} = \frac{kq_2}{r}$

$\frac{kq_2}{r} = \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_c}{R} = \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_1}{R}$

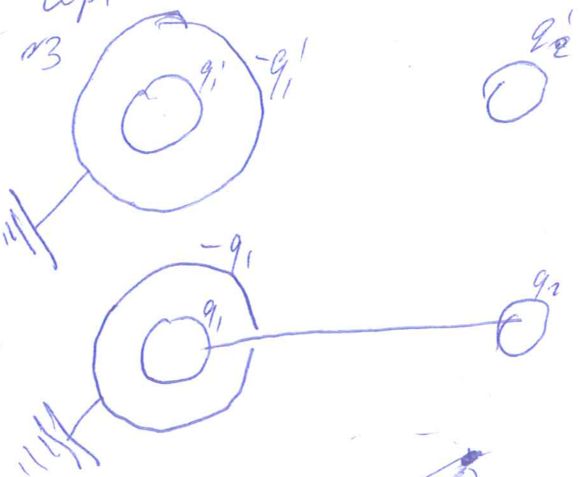
$\frac{q_2}{r} - \frac{q_1}{r} = \frac{q_1}{R} \Rightarrow \frac{q_2 - q_1}{r} = \frac{q_1}{R}$

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

44-30-75-02
(3.7)

Черновик

№3



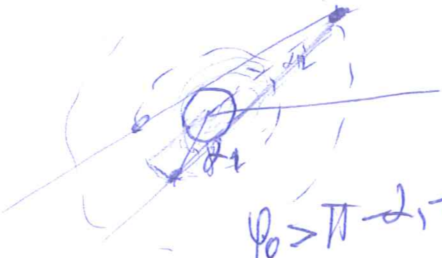
$\varphi_1 = \varphi_2$

$\varphi_1 = \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} = \varphi_2 = \frac{kq_2}{r}$

$\frac{kq_1}{R} = \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_2}{r}$

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

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



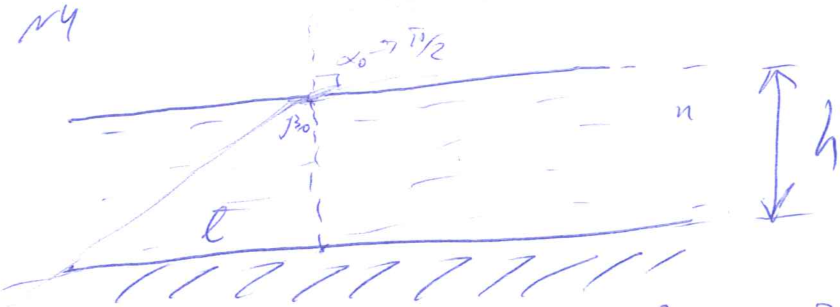
$\varphi_0 > \pi - \alpha_1 - \alpha_2$

$\pi - \varphi_0 = \alpha_1 + \alpha_2$

$\angle\varphi = \omega_2 - \omega_1$

$\alpha_1 + \alpha_2$

№4



$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$

$\sin\beta_0 = \frac{2}{3}$

$\sin\beta_0$

$\operatorname{tg}\beta_0 = \frac{l}{h}$

$\operatorname{ctg}\beta_0 = \frac{2h}{R}$

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

$R = \frac{4h}{\sqrt{5}} = \frac{20}{\sqrt{5}} = 4\sqrt{5}$

$\sin^2\beta_0 + \cos^2\beta_0 = 1 / \sin^2\beta_0$

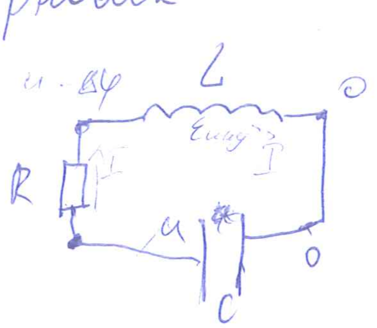
$1 + \operatorname{ctg}^2\beta_0 = \frac{1}{\sin^2\beta_0}$

$\operatorname{ctg}^2\beta_0 = \frac{9}{4} - 1 = \frac{5}{4}$

$\operatorname{ctg}\beta_0 = \frac{\sqrt{5}}{2}$

$\alpha_1 = \arcsin$

Черновик



$q(t) = q_0 \cos(\omega t)$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$I(t) = -q_0 \omega \sin(\omega t)$

$I(t) \quad \frac{dI}{dt} = 0$

$I = \frac{\Delta\varphi}{R} \qquad I = \frac{u}{R} = I_0 \qquad I_g = \frac{u}{R\sqrt{2}}$

$Q = I_g^2 R T = \frac{u^2}{2R^2} R T = \frac{u^2 T}{2R}$

$P(t) = I^2(t) R \qquad I(t) = I_0 \omega \cos(\omega t)$

$P(t) = \frac{u^2}{R^2} \omega^2 \cos^2(\omega t) \qquad T = 2\pi\sqrt{LC}$

$Q = \int_0^T P(t)\,dt = \frac{u^2}{R}\omega^2 \int \cos^2(\omega t)\,dt =$

$\cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = \cos 2\alpha$

$\cos^2\alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$

$= \frac{u^2}{R}\omega^2 \left(\int_0^T \frac{\cos(2\omega t)}{2} dt + \int_0^T \frac{1}{2} dt \right) =$

$= \frac{u^2}{R}\omega^2 \left(\frac{1}{4\omega} \sin(2\omega T) + \frac{T}{2} \right) = \frac{u^2}{R}\omega^2 \frac{T}{2} = \frac{u^2 \omega^2 T}{2R}$

$Q = \frac{u^2 4\pi^2 T}{2R T^2} = \frac{u^2 \cdot 4\pi}{2RT} = \frac{B^2 \cdot 4\pi}{Ом \cdot c} = \frac{Кл^2}{c^2} = \sqrt{\frac{Дж \cdot 4\pi}{Кл} \cdot \frac{c}{Дж^2}}$

$Q = \frac{u^2 T}{2R} = \frac{B^2 \cdot c}{Ом} = \frac{Кл \cdot Дж}{c \cdot Кл} \cdot c = Дж$

$\frac{B^2 \cdot 4\pi}{Ом \cdot c} = \frac{}{Кл^2 \cdot Ом \cdot c}$

$\frac{MG}{r^2} = g \to MG = gr^2$

$\omega_1 \frac{r^2}{2} \sqrt{MGR_1} = r\sqrt{gR_1}$

$\frac{\frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}}{r\sqrt{gR_2} - r\sqrt{gR_1}} = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\sqrt{g}\left(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}\right)}$