0 951766 050009

95-17-66-05
(106.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы горы ~~по физике~~
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Хомякова Владислава Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«01» 04 2023 года

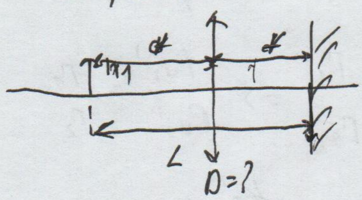
Подпись участника

Хом

95-17-66-05 (106.1)

Листовик.

№4) Вопрос:



Т.к получено на экране.

$D = ?$ | И → действ. увелич. → перев.

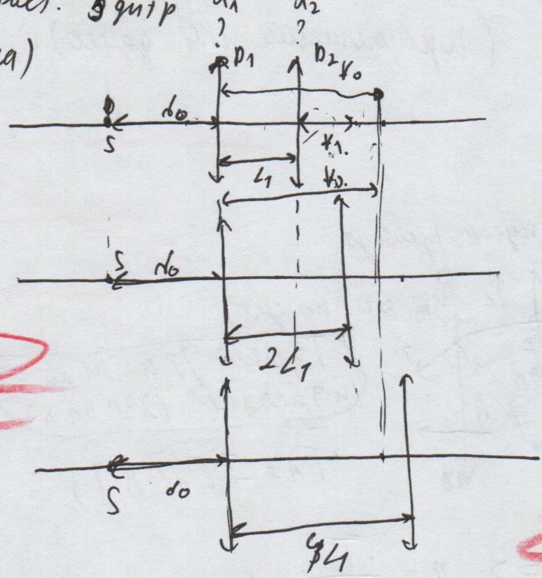
1) $\Gamma = \frac{h_2}{h_1} = 2. = \frac{f}{d} \to f = 2d.$

$f + d = L \Rightarrow d = \frac{L}{3} = 30$ см $\to f = 60$ см.

2) ФТЛ: $D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{0,30} + \frac{1}{0,6} = \frac{3}{0,6} = \frac{1}{0,2} = 5$ дптр.

Ответ: 5 дптр

Задача)

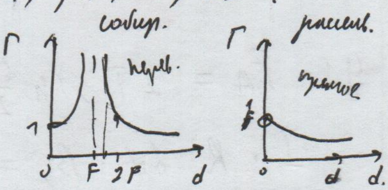


$\Gamma_1 = 0,4$, перев. (уменьш.)

$\Gamma_2 = 0,5$ ↑Γ_1, перев, уменьш

Почему: линзы одинаковые.

$\Gamma_3 = ?\ (3L_1)$; $D_1 = ?$; $D_2 = ?$



1) Линзы не могут быть одновременно рассеивающими, т.к тогда И. не будет перев.; ~~аналогично не 2 собирающие~~

~~⇒ 1 собирающая, 1 рассеив., Пусть $Л_1$ → рассеив, а $Л_2$ → собирающ.~~

Видно, что при ↑↑L ⇒ $\Gamma_2 > \Gamma_1$.

~~2) ФТЛ: в $Л_1$: $D_1 = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{f_0}$~~

$\Gamma = \Gamma_{л1}\Gamma_{л2} = \frac{f_{л1}}{d_{л1}} \cdot \frac{f_{л2}}{d_{л2}}$.

в $Л_2$: $D_2 = \frac{1}{f_0 + L}$

Т.е. ~~увеличение Г возможно только при d↓↓~~

2) Получается, что 2 собирающие линзы, и чтобы было перев необходимо S' (И в $Л_1$) за $Л_2$, т.е

ФТЛ: $D_1 = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0}$ $f_0 = \frac{1}{D_1 - \frac{1}{d_0}} = \frac{d_0}{D_1 d_0 - 1}$.

$\Gamma_{л1} = \frac{f_0}{d_0} = \frac{1}{D_1 d_0 - 1}$

$D_2 = -\frac{1}{f_0 - L_1} + \frac{1}{f_1}$

$\Gamma_{л2} = \frac{f_1}{f_0 - L_1} = \frac{1}{D_2(f_0 - L_1) + 1} =$

$f_1 = \frac{1}{D_2 + \frac{1}{f_0 - L_1}}$

$= \frac{1}{D_2\left(\frac{d_0}{D_1 d_0 - 1} - L_1\right) + 1}$

$\Rightarrow \frac{1}{(D_1 d_0 - 1)(D_2(f_0 - L_1)} = \Gamma_1.$

$\frac{\cancel{\Gamma_{л1}}\ \Gamma_{л2}}{\Gamma_{л1}}$

Лукашев ЕК
Чистякова ИИ

Σ = 51

1	2	3	4	Σ
5	3	5	5	18
7	4	13	9	33

$\boxed{\text{Чистовик.}}$

~~$(D_1 d_0 - 1)\left(D_2\left(\frac{d_0}{D_1 d_0 - 1} - L_1\right) + 1\right) = 0,4$~~

$\Gamma_{Л1} = const$, т.к. $Л_1$ не двигают

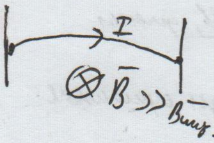
$$\Rightarrow \begin{cases} \Gamma_{Л1} \cdot \Gamma_{Л2}' = \Gamma_1 \\ \Gamma_{Л1} \cdot \Gamma_{Л2}'' = \Gamma_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\Gamma_{Л2}'}{\Gamma_{Л2}''} = \frac{\Gamma_1}{\Gamma_2}$$

$$\Gamma_{Л2}' = \frac{V_1'}{V_0 - L_1} \quad \Gamma_{Л2}'' = \frac{V_1''}{V_0 - 2L_1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1'}{V_1''} \cdot \frac{V_0 - 2L_1}{V_0 - L_1} = \frac{\Gamma_1}{\Gamma_2}$$

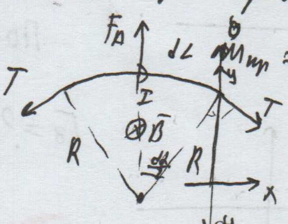
(продолжение №4 далее)

№3) Вопрос:



Форма провода

∀ малый кусок провода:



Т равны, т.к. $m_{пр} \approx 0$ и $T = const$ (2ЗН на x)

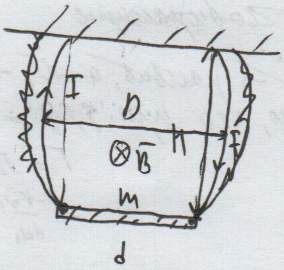
$F_A = I[d\vec{l} \cdot \vec{B}]$;

y: $F_A = 2T \sin\frac{d\alpha}{2}$

$$I \cdot R \cdot d\alpha \cdot B = \cancel{2}T \cdot \frac{d\alpha}{\cancel{2}} \Rightarrow R = \frac{T}{BI} = const \rightarrow \text{дуга окр-и}$$

Ответ: дуга окружности.

Задача 1



H; D; d; B $^{3,5 = \frac{7}{2}}$ $I = ?$; $m = 0,8m = \frac{4}{5}m$

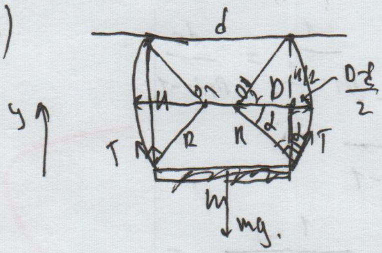
g↓

1) Т.к $D > d \Rightarrow$ ток и поле как на рис.

2) По док-му в "Вопросе" ясно, что провода в форме дуг окружностей

$$\Rightarrow R = \frac{T}{B \cdot I}$$

3)



Из геометрии:
$$\begin{cases} R\sin\alpha = \frac{H}{2} = \frac{T\sin\alpha}{BI} \\ 2T\cos\alpha = mg \text{ (по оси y усл. равн-е)} \\ R - \frac{D-d}{2} = R\cos\alpha. \end{cases}$$

$$T = \frac{H}{2} BI \cdot \frac{1}{\sin\alpha}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{T\sin\alpha}{BI} = \frac{H}{2} \\ T\cos\alpha = \frac{mg}{2} \\ \frac{T(1-\cos\alpha)}{BI} = \frac{D-d}{2}. \end{cases}$$

~~$\frac{tg\,\alpha}{BI} = \frac{H}{mg}$~~ $\Rightarrow$ ~~$tg\,\alpha = \frac{HBI}{mg}$~~ $tg\,\alpha = \frac{HBI}{mg}$

$$\frac{T - T\cos\alpha}{BI} = \frac{D-d}{2}$$

Чистовик

$$\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}} \to T = \frac{mg}{2\cos\alpha}; \quad tg\alpha = \frac{HBI}{mg}.$$

2) $$\frac{D-d}{2} BI = \frac{mg}{2\cos\alpha} - \frac{mg}{2}.$$

$$\frac{D-d}{2} BI = \frac{mg}{2}\sqrt{1+tg^2\alpha} - \frac{mg}{2}.$$

$$\frac{D-d}{2} BI + \frac{mg}{2} = \frac{mg}{2}\sqrt{1+tg^2\alpha}!$$

$$\left(\frac{D-d}{2} BI + \frac{mg}{2}\right)^2 = \frac{m^2g^2}{4}\left(1+\frac{H^2B^2I^2}{m^2g^2}\right)$$

$$\frac{(D-d)^2B^2I^2}{4} + \frac{(D-d)BI\cdot mg}{2} + \cancel{\frac{m^2g^2}{4}} = \cancel{\frac{m^2g^2}{4}} + \frac{H^2B^2I^2}{4} \quad |:BI\neq 0.$$

$$\frac{(D-d)^2}{4}BI + \frac{(D-d)mg}{2} = \frac{H^2}{4}BI$$

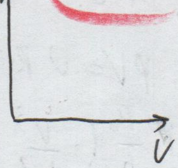
$$\Rightarrow \boxed{I = \frac{\frac{1}{2}(D-d)mg}{\left(\frac{H^2}{4}-\frac{(D-d)^2}{4}\right)B}} = \frac{\frac{1}{2}\left(1-\frac{4}{5}\right)\cdot\frac{4}{5}\cdot 9{,}8}{\frac{7}{8}\left(1-\left(\underbrace{1-\frac{4}{5}}_{\frac{1}{5}}\right)^2\right)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{4}{5}\cdot 9{,}8}{\frac{7}{8}\left(1-\frac{1}{25}\right)} = \frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{98}{10}\cdot\frac{4}{25}}{\frac{7}{8}\cdot\frac{24}{25}} = \frac{\overset{7}{\cancel{49}}\cdot\cancel{4}\cdot 8^{2}}{\cancel{7}\cdot\underset{6\,3}{\cancel{24}}\cdot\cancel{10}_5} = \frac{7\cdot 2}{15} =$$

$$= \frac{14}{15}A$$

Ответ: $\frac{14}{15}$ A.

№2) Вопрос: P



условие $C = const$? aV^2+bV+c.

$$P(V) = aV^2 + bV + c.$$

МК: $PV = \nu RT$

$$aV^3 + bV^2 + cV = \nu RT.$$

$$C\nu dT = \frac{i}{2}\nu R\, dT + P\, dV$$

$$C = \frac{i}{2}R + \frac{P\,dV}{\nu\, dT} = \frac{i}{2}R + \frac{P}{\nu}V'(T)$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{3aV^2+2bV+c}{\nu R} \to \cancel{\frac{dV}{dT}} = \quad C = \frac{i}{2}R + \frac{PR}{3aV^2+2bV+c}$$

$$C = \underset{A}{const} \Leftrightarrow \frac{P\cdot R}{3aV^2+2bV+c} = \underset{A}{const}. \Rightarrow P(V) = \cancel{const}\,(3a_0V^2+2b_0V+c_0),$$

$$A' = \frac{A}{R}$$

Чистовик

$\Rightarrow \quad 3a_0V^2 + 2b_0V + c_0 = aV^2 + bV + c$, где $a_0 = A'a$, $b_0 = A'b$, $c_0 = A'c$.

$3A'aV^2 + 2A'bV + A'c = aV^2 + bV + c.$

$(3A'-1)aV^2 + (2A'-1)bV + (A'-1)c = 0. \quad (1)$

$a \neq 0$, т.к. подум нарадола.

$C = \frac{i}{2}R + \frac{aV^2+bV+c}{3aV^2+2bV+c}R.$ если $b=0$ и $c=0 \rightarrow$

$C = \frac{i}{2}R + \frac{1}{3}R.$, при

любых других зн-ях далее из ур-я (1) видно, что

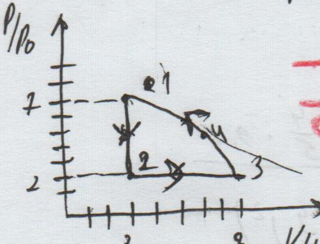
т.к $V \neq const$, то 0 только при $c = b = 0$ и $A' = \frac{1}{3}$.

Ответ: если $P(V) = aV^2$; $\frac{17}{6}R$. *Если $i = 5 \rightarrow C = \left(\frac{5}{2}+\frac{1}{3}\right)R = \frac{15+2}{6}R$

а если двухатомный? (трёхатомный?)

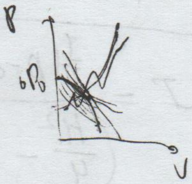
Задача!

$i = 5$; $P(V) = \frac{P_0}{6}\left(-\frac{V^2}{V_0^2} + \frac{5}{V_0}V + 36\right) \leftarrow C \neq const!$



Где Q_x, где $Q_н$?

$\eta = ?$



1) Тепловая машина $\rightarrow$ против часовой цикл. $\otimes \xrightarrow{Q_x} (P.T) \rightarrow^{Q_н} (H)$ ТА

2) ∡ 12: $V = 3V_0 = const \rightarrow$ изохорич. $P\downarrow\downarrow$.

$\Rightarrow$ охлаждение. (отдаёт)

3) ∡ 23: $P = 2P_0 = const \rightarrow$ изобарич. $V\uparrow\uparrow \Rightarrow$ нагревание (получает)

∡ 31:
$$\frac{P}{P_0}\left(\frac{V}{V_0}\right) = -\frac{1}{6}\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + \frac{5}{6}\frac{V}{V_0} + 6.$$

$C = \frac{5}{2}R + \frac{P}{\nu}\frac{dV}{dT}.$ МК: $PV = \nu RT$

$\rightarrow \frac{P_0}{6}\left(-\frac{V^3}{V_0^2} + \frac{5}{V_0}V^2 + 36V\right) = \nu RT$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{P_0}{6\nu R}\left(-\frac{3}{V_0^2}\cdot 2V + \frac{10}{V_0}V + 36\right)$$

$$\Rightarrow \quad C = \frac{5}{2}R + \frac{\frac{P_0}{6}\left(-\frac{V^2}{V_0^2} + \frac{5}{V_0}V + 36\right)\cdot 6\nu R}{P_0\left(-\frac{6}{V_0^2}V^2 + \frac{10}{V_0}V + 36\right)\nu}$$

$$\Rightarrow \quad C = \frac{5}{2}R + \frac{-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 5\frac{V}{V_0} + 36}{-6\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 10\frac{V}{V_0} + 36}R$$

~~А31 < 0, т.к. нагнетание.~~

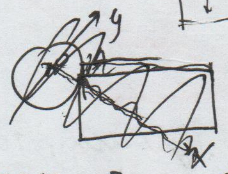
$Q_{31} = C\left(\frac{V}{V_0}\right)\nu\, dT.$

№1) Вопрос

Черновик

Будет ли вращение?

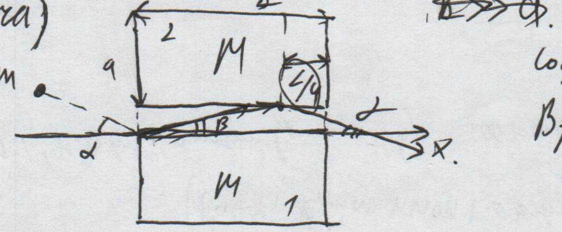
1) ∡ соударение! (не об угол)



в точке A возникают упругие силы и силы деформации, но они не имеют компоненты по касательной → вращ-й момент нулевой (такие Fск по ул. брусок гладкий); т.е брусок будет двигаться поступательно вдоль OA, а шайба сохранит импульс по y, а импульс по x изменится, но дв-е будет поступ (кроме ситуации, когда удар об угол)

ОТВЕТ: Нет, но если шайба ударится об угол, то может возникнуть сила, которая закрутит брусок

Задача)



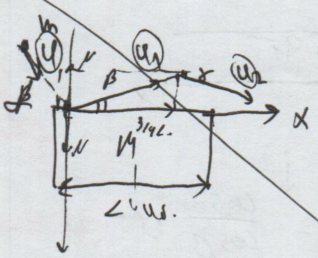
(α), (β), (γ), (4)

$m_ш = ? = m$

Соуд: мгновенное и упругое.

~~Вращения не возникает, т.к бруски гладкие.~~

1) ∡ соударение m и 1го брус:



ЗСИ:

x: $mU\cos\alpha = mU_1\cos\beta$ → $U_1 = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}U$

y: $mU\sin\alpha = -mU_1\sin\beta + MU_{б_1}$

$U_{бx} = 0$ (нет импульса силы по x!)

$tg\gamma = \frac{MU_{б_1} - mU_1\sin\beta}{mU_1\cos\beta}$

ЗСЭ: $\frac{mU^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \frac{MU_{б_1}^2}{2}$

∡ соударение m и 2го брус:

$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_2^2}{2} + \frac{MU_{б_2}^2}{2}$

$mU_1\cos\beta = mU_2\cos\gamma$ → $U_2 = \frac{\cos\beta}{\cos\gamma}\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}U = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}U = U_2$

$U_{б_1} = \frac{mU\sin\alpha + m\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}U\sin\beta}{M}$ → $U_{б_1} = \frac{m}{M}(\sin\alpha + tg\beta\cos\alpha)U$

1) ∡ соуд. m и 1го бруска.

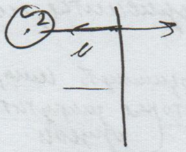
№1) Вопрос: Листовик

~~Ответ~~.1) Если шайба налетает так, что ц.м. шайбы и бруска на одной прямой, то без вр-я

* c_1 – ц.м бруска

c_2 – ц.м шайбы

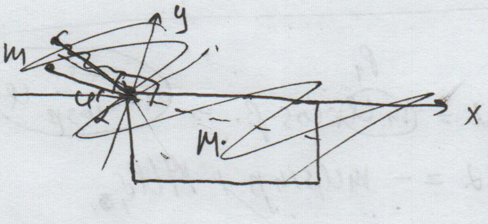
2) Если c_1 и c_2 не на одной прямой, то брусок будет закручиваться, так как эти c_1 не кривой вращ. момент, а шайба без вращ-я, так как нет кас-х сил (брусок гладкий) (А сила упр всегда направлена к ц.м шайбы)

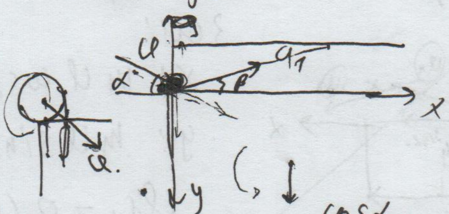


~~Ответ~~: Задача:

1) ∡ соуд. m и бруска нижнего: будет вращение бруска, т.к. сила деформ не в ц.м. бруска (почти гориз ($\alpha \to 0$))

ЗСИ: y:





ЗСИ: X: $mu\cos\alpha = mu_1\cos\beta \to u_1 = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}u$. +

y: $mu\sin\alpha = -mu_1\sin\beta + Mu_{б_1}$ (по x у ц.м бруска нет скорости) +

ЗСЭ: $\frac{mu^2}{2} = \frac{mu_1^2}{2} + \frac{Mu_{б_1}^2}{2} + W_{вращ_1}$ +

∡ соуд: m и верхнего бруска; будет вращ. верхнего брус.

$\frac{mu_1^2}{2} = \frac{mu_2^2}{2} + \frac{Mu_{б_2}^2}{2} + W_{вращ_2}$

$N_{уд}$ не завис от u → $W_{вращ} \sim M \sim \underbrace{l}_{\text{расстояние до ц.м}}$ => $\frac{W_{вращ_2}}{W_{вращ_1}} = \frac{L/4}{L/2} = \frac{1}{2}$. −

ЗСИ: x: $mu_1\cos\beta = mu_2\cos\gamma$.

y: $mu_1\sin\beta = mu_2\sin\gamma + Mu_{б_2}$.

=> $u_1 = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}u$. $u_{б_1} = \frac{m}{M}(\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)u$.

$u_2 = \frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}u$ $u_{б_2} = \frac{m}{M}(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\gamma)\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}u$.

$\boxed{\text{Чистовик.}}$

$$\frac{W_{кин1}}{W_{кин2}} = 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mu^2}{\cancel{2}} + \frac{mu_1^2}{\cancel{2}} + \frac{Mu_2^2}{\cancel{2}} = (mu_1^2 + mu_2^2 + Mu_2^2)\cdot 2$$

$$\cancel{m}u^2 + \cancel{m}\cdot\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2\cdot \cancel{u^2} + M\cdot\frac{m^2}{M^2}\cdot(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\beta)^2 \cancel{\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2} u^2 =$$

$$= 2m\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 u^2 + 2m\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 u^2 + 2M\frac{m^2}{M^2}(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\gamma)^2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 u^2$$

$$\rightarrow 1 + \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 + \frac{m}{M}(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\beta)^2 \cancel{\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2} =$$

$$= 2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 + 2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{m}{M}(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\gamma)^2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{1 - \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 - 2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2}{+(\sin\beta + \cos\alpha\, tg\gamma)^2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2 - (\sin\beta + \cos\alpha\, tg\beta)^2} M$$

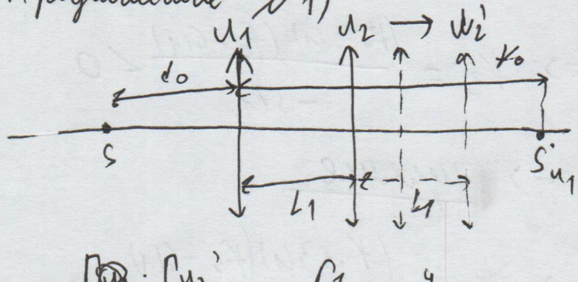
$\cos\alpha \approx 1$; $\cos\beta \approx 1$; $\sin\beta \approx \beta$; $tg\gamma \approx \gamma$; $tg\beta \approx \beta$ (малые углы)

$$\rightarrow m = \frac{-2}{(\beta+\gamma)^2 - (\alpha+\beta)^2} M. \qquad \beta = \frac{2,2}{180}\pi \qquad \alpha = \frac{2,6}{180}\pi \qquad \gamma = \frac{2}{180}\pi.$$

$$\Rightarrow m = \frac{2}{(2,6+2)^2\frac{\pi^2}{180^2} - (2,2+2)^2\frac{\pi^2}{180^2}} M.$$

Ответ: $\frac{560\cdot 180^2}{3,14^2(4,6^2 - 4,2^2)}$ г.

Продолжение №4)



$Г_1 = 0,4$
$Г_2 = 0,5 > Г_1$ } увелич.

$S_{Л_1}$ ← изображ. в $Л_1$.

$D_2 =$

$$Г_{Л_2}' = \frac{x_1'}{x_0 - L_1} \qquad Г_{Л_2}'' = \frac{x_1''}{x_0 - 2L_1}.$$

$$\frac{Г_{Л_2}'}{Г_{Л_2}''} = \frac{Г_1}{Г_2} = \frac{4}{5}$$

ФТЛ для $Л_2$:

$$D_2 = -\frac{1}{x_0 - L_1} + \frac{1}{x_1'}$$

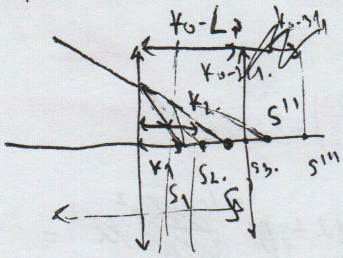
$$D_2 = -\frac{1}{x_0 - 2L_1} + \frac{1}{x_1''} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{x_1'}{x_1''}\cdot\frac{x_0 - 2L_1}{x_0 - L_1} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{x_1'} - \frac{1}{x_0 - L_1} = \frac{1}{x_1''} - \frac{1}{x_0 - 2L_1}.$$

После 3го сдвига: $Г_3 = \frac{x_1'''}{x_0 - 3L_1}$ $\qquad D_2 = -\frac{1}{x_0 - 3L_1} + \frac{1}{x_1'''}.$

Л1 и источник ~~вообще~~ почти не играют роли, т.е.: Чистовик.



$D_2 = \frac{1}{F}$

$\Gamma_{Л1} = \frac{x_0}{d_0} = const.$

$\frac{\Gamma''}{\Gamma''} = \frac{4}{5}.$

$+\frac{1}{F} = -\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_0 - L_1} \leftrightarrow \Gamma' = \frac{x_1}{x_0 - L_1}$

$+\frac{1}{F} = -\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_0 - 2L_1} \leftrightarrow \Gamma'' = \frac{x_2}{x_0 - 2L_1}$ $\Gamma''' = ?$

$+\frac{1}{F} = -\frac{1}{x_3} + \frac{1}{x_0 - 3L_1} \leftrightarrow \Gamma''' = \frac{x_3}{x_0 - 3L_1}$

$\frac{\Gamma'}{\Gamma''} = \frac{4}{5} = \frac{x_1}{x_2} \frac{x_0 - 2L_1}{x_0 - L_1}; \quad \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{1}{F} - \frac{1}{x_0 - 2L_1}}{\frac{1}{F} - \frac{1}{x_0 - L_1}}$

$\Rightarrow \frac{\frac{1}{F} - \frac{1}{x_0 - 2L_1}}{\frac{1}{F} - \frac{1}{x_0 - L_1}} \cdot \frac{x_0 - 2L_1}{x_0 - L_1} = \frac{4}{5}.$

$\Rightarrow \frac{\frac{x_0 - 2L_1}{F} - 1}{\frac{x_0 - L_1}{F} - 1} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{5x_0 - 10L_1}{F} - 5 = \frac{4x_0 - 4L_1}{F} - 4.$

$\Rightarrow 5x_0 - 10L_1 - 5F = 4x_0 - 4L_1 - 4F.$

$x_0 - 6L_1 = F. \Rightarrow x_0 = F + 6L_1 = const$

$\Rightarrow \frac{1}{x_0 - 6L_1} = \frac{1}{x_0 - 3L_1} - \frac{1}{x_3} \Rightarrow x_3 = \frac{(x_0 - 3L_1)(x_0 - 6L_1)}{-3L_1} < 0$

$\Rightarrow$ в конце S уже перед Л $\Rightarrow$ мнимое

$\Rightarrow \frac{1}{x_0 - 6L_1} = \frac{1}{3L_1 - x_0} - \frac{1}{x_3} \rightarrow x_3 = \frac{(-x_0 + 3L_1)(x_0 - 6L_1)}{3L_1} < 0$

$\Rightarrow \frac{1}{x_0 - 6L_1} = \frac{1}{3L_1 - x_0} + \frac{1}{x_3} \rightarrow x_3 = x_0 - 6L_1$