0 312954 210009

31-29-54-21
(167.3)

сдано 16:45.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант ______

Место проведения Санкт-Петербург
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьевы горы!"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Дитятьева Геннадия Петровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

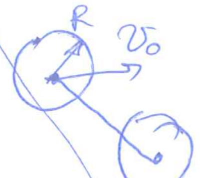
«3» апреля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

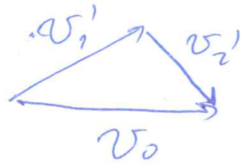
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

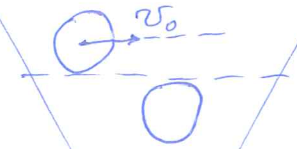
Черновик

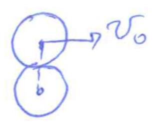


$\Delta E = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1'^2}{2} - \frac{m v_2'^2}{2} = \frac{mu^2}{3} f\left(\frac{v_{\parallel}}{u}\right)$

$\frac{1}{2}(v_0^2 - v_1'^2 - v_2'^2) = \frac{u^2}{3} f\left(\frac{v_{\parallel}}{u}\right)$

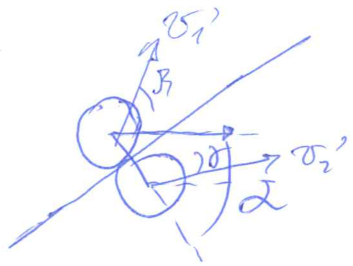






$5\cos\alpha = 3$

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$



$\eta = \frac{A}{Q}$

$v_0 \sin\alpha = v_1' \cos\beta + v_2' \cos\gamma$

$\beta + \gamma = \varphi$

$v_1'^2 \cos^2\beta + v_2'^2 \cos^2\gamma = v_0^2 \sin^2\alpha$

$588 = 4 \cdot 49 \cdot 3$

$504 : 7 = 72 = 9 \cdot 8$

$\frac{350}{2} \cdot 3 = 175 \cdot 3 = 300 + 225 = 525$

31-29-54-21 (167.3)

N	1	2	3	4
В	5	5	5	3
З	13	11	9	16

18 49

67

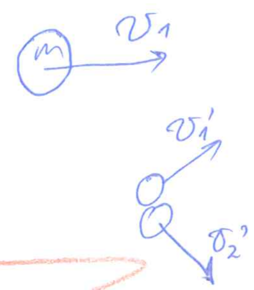
(шестерёнка) Шарнир

№1 Чистовик

Вопрос. Пов-ть гладкая, ст. верны ЗСИ и ЗСЭ

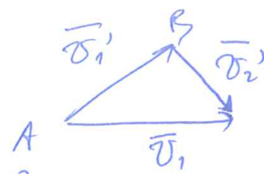
до

после



ЗСИ: $m\vec{v}_1 = m\vec{v}_1' + m\vec{v}_2'$

$\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2'$



ЗСЭ: $\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_1'^2}{2} + \frac{m v_2'^2}{2} \rightarrow v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2$, ст. по обр. т. Пиф. $\boxed{\angle ABC = 90^\circ}$

Задача.

$R = 2{,}5$ см

$v_0 = 5\ \frac{м}{с}$

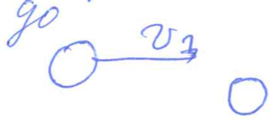
$u = 3\ \frac{м}{с}$

1. ?
2. ?
3. ? (3 пункта)

Рисунок 6

По ЗСИ: $\exists \varphi$ – угол разлёта

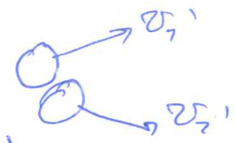
до



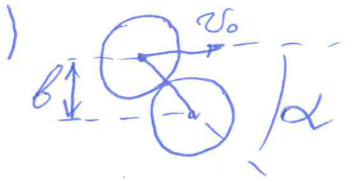
$\vec{v}_0 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2'$

$\Delta E = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1'^2}{2} - \frac{m v_2'^2}{2} =$ после

$= \frac{mu^2}{3} f\left(\frac{v_{\parallel}}{u}\right)$



$\frac{1}{2}(v_0^2 - v_1'^2 - v_2'^2) = \frac{u^2}{3} f\left(\frac{v_{\parallel}}{u}\right)$ (1)



$v_{\parallel} = v_0 \cos\alpha \mid : u$

$\frac{v_{\parallel}}{u} = \frac{v_0 \cos\alpha}{u}$

- при $\frac{v_0}{u}\cos\alpha \in [0; 1]$ т.е. $\cos\alpha \in [0; \frac{3}{5}]$ $\Delta E = 0$, ст. угол разлёта прямой (см. №1. вопрос) $\varphi = 90^\circ$
- при $\frac{v_0}{u}\cos\alpha \in [1; \frac{4}{3}]$ т.е. $\cos\alpha \in [\frac{3}{5}; \frac{4}{5}]$ $f\left(\frac{v_{\parallel}}{u}\right) = 3x - 3$ (2)

(2) → (1):

$\frac{1}{2}(v_0^2 - v_1'^2 - v_2'^2) = \frac{u^2}{3}\left(3 \cdot \frac{v_0 \cos\alpha}{u} - 3\right) = u^2\left(\frac{v_0\cos\alpha}{u} - 1\right)$

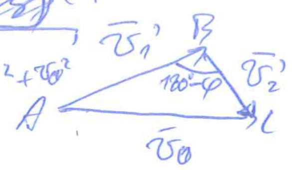
стр 1

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик

$$\frac{1}{2}\left(v_0^2 - v_1'^2 - v_2'^2\right) = v_0 u \cos\alpha - u^2 \quad (3) \quad (2,5)$$

$$(3)\ v_2' = \sqrt{2u^2 - 2v_0 u\cos\alpha - v_1'^2 + v_0^2}$$



~~По т. cos для ΔABC~~

$$v_1'^2 + v_2'^2 + 2v_1'v_2'\cos\varphi = v_1^2$$

$\frac{9}{25}\ v\ \frac{1}{2}$

$$\cos\varphi = \frac{v_1^2 - v_1'^2 - v_2'^2}{2v_1'v_2'}$$

$(3) \to (4)$: ma_x

$$\cos\varphi = \frac{2v_0 u\cos\alpha - 2u^2}{2v_1'v_2'}$$

Докажем теорему

$$A_x = \Delta\frac{mv_x^2}{2} \qquad mv_x dx$$

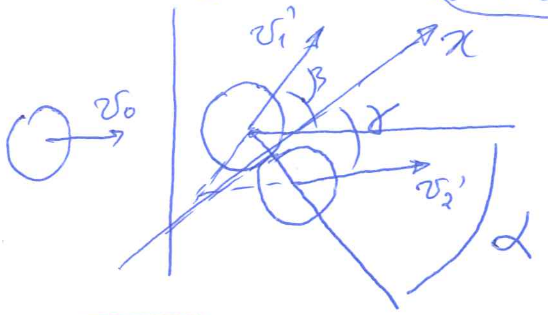
$$dA_x = F_x dx = m\frac{dv_x}{dt}dx \quad (4)$$

$$d\frac{mv_x^2}{2} = mv_x dv_x$$

$$\Rightarrow dA_x = d\frac{mv_x^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$A_x = \Delta\frac{mv_x^2}{2}$$



По ЗСИ:

$$v_1'\cos\beta + v_2'\cos\gamma = v_0\sin\alpha \quad (4)$$

$A_x = \Delta\frac{mv_x^2}{2}$; $A_x = 0$ (гладкие), см.

$$m v_0^2\sin^2\alpha = v_1'^2\cos^2\beta + v_2'^2\cos^2\gamma$$

$$(v_0\sin\alpha + v_1'\cos\beta)(v_0\sin\alpha - v_1'\cos\beta) = v_2'^2\cos^2\gamma \quad (4)$$

из (4):

$$v_0\sin\alpha - v_1'\cos\beta = v_2'\cos\gamma$$

$$\Rightarrow v_0\sin\alpha + v_1'\cos\beta = v_2'\cos\gamma \ \big|\ +(4):$$

$$2v_1'\cos\beta = 0 \to \beta = \frac{\pi}{2}, \text{ тогда } (5)$$

$$\text{из (4)}: \cos\gamma = \frac{v_0\sin\alpha}{v_2'} \quad (6)$$

$\varphi = \gamma + \beta$ – угол разлёта (7)

$(3) \to (6)$:

$$\cos\gamma = \frac{v_0\sin\alpha}{\sqrt{2u^2 - 2v_0 u\cos\alpha}}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик

~~$x - \frac{4}{3}$~~ ~~$\frac{x-1}{\frac{4}{3}-1} = \frac{y-0}{}$~~

$$\frac{y}{3} = x - 1$$

$$\frac{x - \frac{4}{3}}{1 - \frac{4}{3}} = \frac{y-1}{0-1}$$

$$y = 3x - 3$$

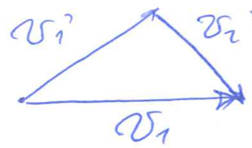
$$\Delta E = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_1'^2}{2} - \frac{mv_2'^2}{2} =$$

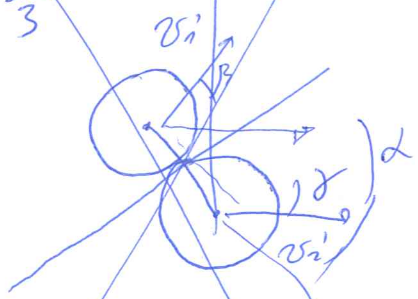
$$\frac{x - \frac{4}{3}}{+\frac{1}{3}} = +y - 1 \qquad \frac{3}{3} - \frac{4}{3} = -\frac{1}{3}$$

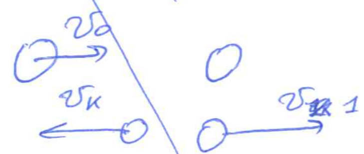
$$= \frac{mu^2}{3} f\left(\frac{v_1}{u}\right)$$

$$x - \frac{4}{3} = (y-1)\cdot\frac{1}{3}$$

$$x - \frac{4}{3} = \frac{y}{3} - \frac{1}{3}$$







~~$\bar v_к = m\bar v_1 + m\bar v_2$~~

$$\bar v_к = -(\bar v_1 - \bar v_{цм}) + \bar v_{цм}$$

~~$\bar v_к = -\left(\bar v_1 - \frac{v_1\sin\alpha}{2}\right)$~~

$$v_2'\cos\gamma = v_1\sin\alpha$$

$$v_1'\cos\beta =$$

$$v_1'\cos\beta = -\left(v_1\sin\alpha - \frac{v_1\sin\alpha}{2}\right) + \frac{v_1\sin\alpha}{2}$$

$$v_1'\cos\beta = 0 \qquad \cancel{v_1' +} \qquad \cos\gamma = \frac{v_1\sin\alpha}{v_2'}$$

$$v_1'\cancel{\cos\beta} + v_2'\cos\gamma = v_0\sin\alpha$$

$$v_1'^2\cancel{\cos^2\beta} + v_2'^2\cos^2\gamma = v_0^2\sin^2\alpha$$

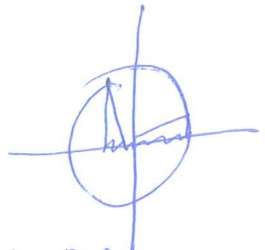
$$v_1' + v_1\sin\alpha = v_0\sin\alpha$$

$$v_1'^2 + v_1^2\sin^2\alpha = v_0^2\sin^2\alpha$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

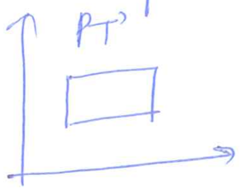
Черновик

$$\eta_x = \frac{A'}{Q'_H} =$$



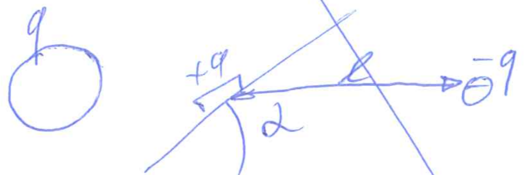
A'

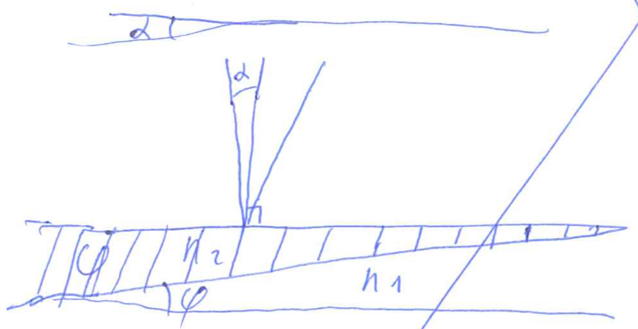
$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{d^2 2}$$



$W =$

$Q_H =$





31-29-54-21 (167.3)

Чистовик

т. cos для $\triangle ABC$:

$$v_1'^2 + v_2'^2 + 2v_1'v_2'\cos\varphi = v_0^2$$

$$\cos\varphi = \frac{v_0^2 - v_1'^2 - v_2'^2}{2v_1'v_2'} \quad (8)$$

(2, 5) → (8):

$$\cos\varphi = \frac{2v_0 u\cos\alpha - 2u^2}{2v_1'v_2'} \quad (9)$$

(6), (3) → (9):

$$\cos\varphi = \frac{v_0 u\cos\alpha - u^2}{\frac{v_0\sin\alpha}{\cos\gamma}\cdot\sqrt{2u^2 - 2v_0 u\cos\alpha + v_0^2 - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{\cos^2\gamma}}} \quad (10)$$

~~При $b=0$ $\alpha = 0°$, $\cos\alpha = 1$, см.~~
~~Это первый случай~~

$$\cos\varphi = \cos(\gamma+\beta) = \cos\left(\frac{\pi}{2}+\gamma\right) = -\sin\gamma, \text{ см.}$$

$$\left.\begin{array}{l}\cos\gamma = \pm\sqrt{1-\cos^2\varphi} \\ \text{см. (10)}\end{array}\right\} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{v_0 u\cos\alpha - u^2}{\frac{v_0\sin\alpha}{\pm\sqrt{1-\cos^2\varphi}}\cdot\sqrt{2u^2 + v_0^2 - 2v_0 u\cos\alpha - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{1-\cos^2\varphi}}}$$

$$v_0 u\cos\alpha - u^2 = \frac{v_0\sin\alpha\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-\cos^2\varphi}}\cdot\sqrt{2u^2+v_0^2-2v_0 u\cos\alpha - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{1-\cos^2\varphi}}$$

$$\underbrace{(v_0 u\cos\alpha - u^2)^2}_{B^2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha\cos^2\varphi}{1-\cos^2\varphi}\left(\underbrace{2u^2+v_0^2-2v_0 u\cos\alpha}_{A} - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{1-\cos^2\varphi}\right)$$

$$B^2 = \frac{v_0^2\sin^2\alpha\cos^2\varphi}{1-\cos^2\varphi}A - \frac{v_0^2\sin^2\alpha\cos^2\varphi}{1-\cos^2\varphi}\cdot\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{1-\cos^2\varphi} \quad \Big| \; t^2$$

t, t, t^2

$$B^2 = v_0^2\sin^2\alpha(1-t)At - v_0^4\sin^4\alpha(1-t)$$

$$B^2 = v_0^2\sin^2\alpha At - v_0^2\sin^2\alpha At^2 - v_0^4\sin^4\alpha + v_0^4\sin^4\alpha t$$

$$v_0^2\sin^2\alpha At^2 - (v_0^2\sin^2\alpha A + v_0^4\sin^4\alpha)t + B^2 + v_0^4\sin^4\alpha = 0$$

$$\cos\varphi =$$

- при $\frac{v_0}{u}\cos\alpha \in \left[\frac{4}{3}; \frac{5}{3}\right]$ $\Delta E = \frac{u^2}{3}$, см.
  т.е. $\cos\alpha \in \left[\frac{4}{5}; 1\right]$

$b=0 \to \cos\alpha = 1$; $b=\sqrt{2}R \to \cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$; $b=R \to \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

~~$f(x)$~~

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1'^2}{2} - \frac{mv_2'^2}{2} = \frac{u^2}{3}; \quad \cos\varphi = \frac{u^2}{3\cdot 2v_1'v_2'}$$

Угол разлёта максимален при $b = 0$.

№2 Чистовик

Вопрос. в изобарном $C_p = \frac{i+2}{2} R$ – молярная

в изохорном $C_v = \frac{i}{2} R$ – молярная

Задача.

$T_x = 300K$

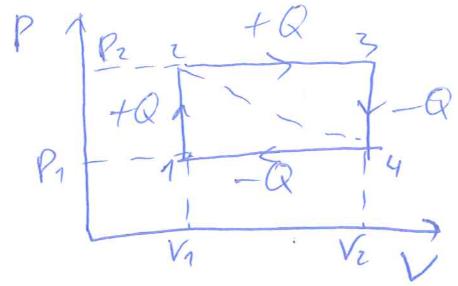
$T_н = 588K$

$T_x' = 350K$

$T_н' = 504K$

$\eta_1 = ?$

$\eta_2 = ?$



$$\overbrace{P_2V_2 - P_2V_1 - P_1V_2 + P_1V_1}^{}$$

$$\eta_1 = \frac{A}{Q_{12}+Q_{23}} = \frac{(P_2-P_1)(V_2-V_1)}{\underbrace{\frac{3}{2}\nu R(T-T_x)}_{Q_{12}} + \frac{3}{2}\nu R(T_н - T) + \underbrace{P_2(V_2-V_1)}_{Q_{23}}}$$

$$\eta_1 = \frac{\nu R T_н - \nu R T - \nu R T + \nu R T_x}{\cancel{\frac{3}{2}\nu R T}\ \frac{3}{2}\nu R\cdot(-T_x) + \frac{3}{2}\nu R T_н + \nu R T_н - \nu R T}$$

$$\eta_1 = \frac{T_н - 2T + T_x}{-\frac{3}{2}T_x + \frac{3}{2}T_н + T_н - T} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} &\left.\begin{aligned} P_1V_1 &= \nu R T_x \\ P_2V_2 &= \nu R T_н \end{aligned}\right\} \Rightarrow P_1P_2V_1V_2 = \nu^2R^2T_xT_н \\ &\left.\begin{aligned} P_1V_2 &= \nu R T \\ P_2V_1 &= \nu R T \end{aligned}\right\} \Rightarrow P_1P_2V_1V_2 = \nu^2R^2T^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$T = \sqrt{T_xT_н} \quad (2)$$

(2) → (1):

$$\eta_1 = \frac{T_н + T_x - 2\sqrt{T_xT_н}}{-\frac{3}{2}T_x + \frac{5}{2}T_н - \sqrt{T_xT_н}} = \frac{588+300-2\sqrt{4\cdot 49\cdot 3\cdot 3\cdot 100}}{-\frac{3}{2}\cdot 300 + \frac{5}{2}\cdot 588 - \underbrace{2\cdot 7\cdot 3\cdot 10}_{420}}$$

$$\eta_1 = \frac{888-840}{\underbrace{-450-420}_{-870}+1470} = \frac{48}{600} = \frac{8}{100} = \boxed{8\% = \eta_1}$$

4

черновик

$$t = \frac{v_0^2\sin^2\alpha(1+v_0^2\sin^2\alpha) \pm \sqrt{v_0^4\sin^4\alpha(1+v_0^2\sin^2\alpha)^2 - 4v_0^2\sin^2\alpha A(B^2+v_0^4\sin^4\alpha)}}{2v_0^2\sin^2\alpha\cdot A}$$

$$t = \sin^2\alpha(1+v_0^2\sin^2\alpha) \pm \sqrt{.}$$

№4 Чистовик

Вопрос. Произведения от синуса угла падения луча на оптическую плотность среды, в которой он распространяется есть величина постоянная для данного луча.

n-? угол-? как отсчитывается?

Задача.

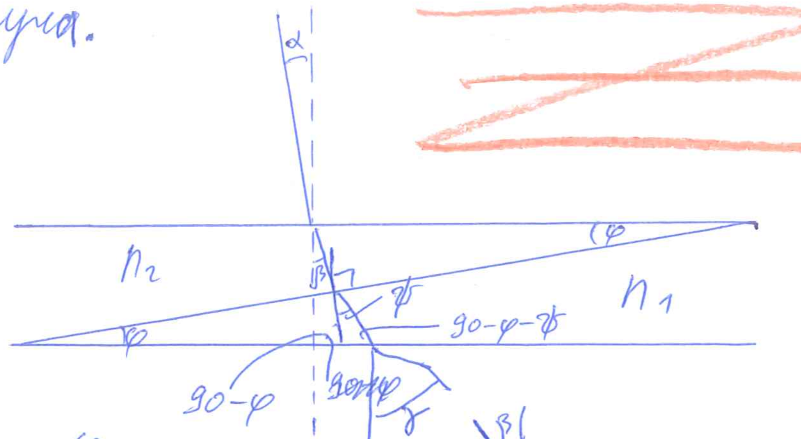
$\alpha = 4^\circ$

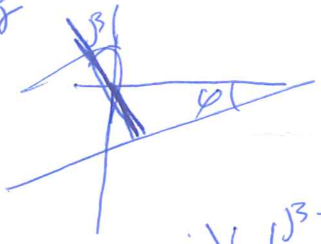
$\varphi = 3^\circ$

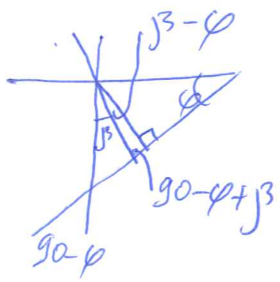
$n_2 - n_1 = 0{,}5$

$\cancel{\varphi = ?}$

$\gamma = ?$







$\sin\alpha = n_2 \sin\beta$

$\cancel{\sin\beta = \frac{4\cdot\pi}{180}}$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n_2}$

$n_2 \sin(\beta - \varphi) = n_1 \sin\psi$

$n_1 \sin(\varphi + \psi) = \sin\gamma$

$\cancel{\alpha = n_2\beta}$

$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

$n_2\beta - n_2\varphi = n_1\psi$

$\alpha - n_2\varphi = n_1\psi$

$n_1\varphi + n_1\psi = \gamma$

$n_1\varphi - n_2\varphi + \alpha = \gamma$

$\cancel{0{,}5\cdot\frac{3\cdot\pi}{180} + \frac{4\pi}{180} =}$

$0{,}5\cdot 3 + 4 = \gamma = 1{,}5 + 4 = \boxed{5{,}5^\circ = \gamma}$

Не тот угол нашли!

31-29-54-21 (167.3)

Чистовик

$\eta_2 = \frac{A_2 - A'}{Q_H - Q_H'}$ – ~~во 2ом~~ при регенераторе

аналогично для регенератора

$$\frac{A'}{Q_H'} = \frac{T_H' + T_X' - 2\sqrt{T_X' T_H'}}{-\frac{3}{2}T_X' + \frac{5}{2}T_H' - \sqrt{T_K' T_H'}} =$$

$$= \frac{504 + 350 - 2\sqrt{9\cdot8\cdot7\cdot7\cdot5\cdot5\cdot2}}{-\frac{3}{2}\cdot350 + \frac{5}{2}\cdot504 - \sqrt{\ }\ \underbrace{3\cdot7}_{21}\cdot\underbrace{5\cdot4}_{20}} =$$

$$= \frac{854 - 2\cdot420}{\underbrace{-525 + 1260}_{945} - 420} = \frac{14}{315} = \frac{2}{45}$$

$$\eta_2 = \frac{T_H + T_X - 2\sqrt{T_X T_H} - \eta_2 Q_H'\cdot\frac{1}{\nu R}}{-\frac{3}{2}T_X + \frac{5}{2}T_H - \sqrt{T_K T_H} - Q_H'\cdot\frac{1}{\nu R}}$$

$Q_H' = -\frac{3}{2}\nu R T_X' + \frac{3}{2}\nu R T_H + \nu R T_H$

$\frac{Q_H'}{\nu R} = -\frac{3}{2}T_X' + \frac{5}{2}T_H' - \sqrt{T_X' T_H'}$ – аналогично $Q_{12} + Q_{23}$

$$\eta_2 = \frac{\left(T_H + T_X - 2\sqrt{T_K T_H}\right) - \eta_2\cdot\left(-\frac{3}{2}T_X' + \frac{5}{2}T_H' - \sqrt{T_X' T_H'}\right)}{\left(-\frac{3}{2}T_X + \frac{5}{2}T_H - \sqrt{T_K T_H}\right) - \left(-\frac{3}{2}T_X' + \frac{5}{2}T_H' - \sqrt{T_X' T_H'}\right)}$$

$\cancel{\eta_2 = \frac{2}{45}}$

$$\eta_2 = \frac{8 - \frac{2}{45}\cdot(315)}{100 - 315} = \frac{8 - \frac{2}{9}\cdot62}{-215} =$$

$$= \frac{72 - 124}{-9\cdot215} = \frac{52}{215\cdot9} = \frac{13\cdot4}{215\cdot9}\quad \boxed{\frac{52}{1935} = \eta_2}$$

№3 чистовик

Вопрос
a, r, q
$W = ?$

$$W = \frac{CU^2}{2} + \frac{CU^2}{2} + \frac{kq^2}{r^2} \quad (1)$$

собственная взаимодействия

~~$q = CU$~~ $\Rightarrow c =$

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

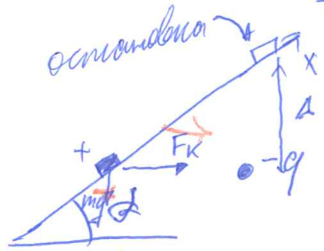
$(2)\ U = \frac{kq}{a}$ — для проводника $\} \Rightarrow$

$c = \frac{a}{k} \quad (3)$

$(2),(3) \to (1)$:

$$\frac{a}{k} \cdot \frac{k^2q^2}{a^2} + \frac{kq^2}{r^2} = \boxed{W = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{r^2}}$$

Задача.
$\alpha = 45°$
$l = 40$ см
$\Delta x = ?$



Равновесие неустойчивое, α

~~$mg \sin\alpha = F_к$~~ $Ox:\ mg\sin\alpha = F_к \cos\alpha$

$mg\sin\alpha = \frac{kq_1q_2}{l^2}\cos\alpha \to \frac{kq_1q_2}{mg} = l^2 \operatorname{tg}\alpha = l^2$

По ЗСЭ: $\frac{kq_1q_2}{l} = mg\Delta H + \frac{kq_1q_2}{\underbrace{\sqrt{(\Delta H \operatorname{ctg}\alpha - l)^2 + \Delta H^2}}_{S(q_1;q_2)}} \quad |:mg$

$$l\operatorname{tg}\alpha = \Delta H + \frac{l^2\operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{(\Delta H\operatorname{ctg}\alpha - l)^2 + \Delta H^2}}$$

$$(l\operatorname{tg}\alpha - \Delta H)\sqrt{(\Delta H\operatorname{ctg}\alpha - l)^2 + \Delta H^2} = l^2\operatorname{tg}\alpha$$

~~$(l^2\operatorname{tg}^2\alpha + \Delta H^2 - 2l\Delta H\operatorname{tg}\alpha)(\Delta H^2\operatorname{ctg}^2\alpha - 2\operatorname{ctg}\alpha$~~

$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{ctg}\alpha = 1$

чистовик

$$(l - \Delta H)^2\sqrt{(\Delta H - l)^2 + \Delta H^2} = l^4$$

$$(l^2 + \Delta H^2 - 2l\Delta H)(2\Delta H^2 + l^2 - 2l\Delta H) = l^4$$

$$2\Delta H^2 l^2 + \cancel{l^4} - 2\cancel{l^3\Delta H} + 2\cancel{\Delta H^2 l} + l^2\Delta H^2 - 2l\Delta H^3 -$$
$$- \cancel{2}l\Delta H^3 - 2\cancel{l^3\Delta H} + 4l^2\Delta H^2 = \cancel{l^4}$$

$7\Delta H^2 l^2 = 4l\Delta H^3$

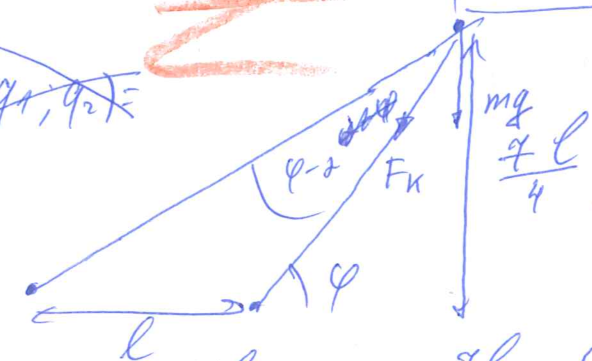
$7l^2 = 4l\Delta H$

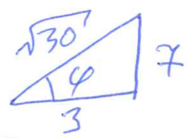
$7l = 4\Delta H \to \Delta H = \frac{7l}{4}$

$\Delta x = \frac{\Delta H}{\sin\alpha} = \frac{7l\sqrt{2}}{8}$ — смещение по вертикали

$$\Delta x = \frac{7 \cdot 0{,}4\sqrt{2}}{8} = \frac{0{,}7\sqrt{2}}{2} = \frac{0{,}7 \cdot 1{,}4}{2} = 0{,}7 \cdot 0{,}7 = 0{,}49\text{ м} = \boxed{49\text{ см} = \Delta x}$$

~~$S(q_1, q_2) =$~~





$\operatorname{tg}\varphi = \frac{7l}{4} : \left(\frac{7l}{4} - l\right) = \frac{7l}{4} \cdot \frac{4}{3l} = \frac{7}{3}$

$\cos(\varphi - \alpha) = \cos\varphi\cos\alpha + \sin\varphi\sin\alpha =$

$$= \frac{3}{\sqrt{30}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{7}{\sqrt{30}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \qquad \frac{30}{16} = \frac{15}{8}$$

$$= \frac{3}{2\sqrt{15}} + \frac{7}{2\sqrt{15}} = \frac{13}{2\sqrt{15}}$$

$$a = g\sin\alpha + \frac{F_к}{m}\cos(\varphi - \alpha) = g\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{kq_1q_2}{\left(\frac{7l}{4} \cdot \frac{\sqrt{30}}{7}\right)^2 m}$$

$$\frac{a}{g} = \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{l^2 8}{15l^2} \approx 0{,}7 + 0{,}5 = \boxed{1{,}2 = \frac{a}{g}}$$