0704308070009

70-43-08-07
(118.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

+1 лист

Вариант 6

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьевы горы
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Обухова Ильи Ильича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«05» 04 2024 года

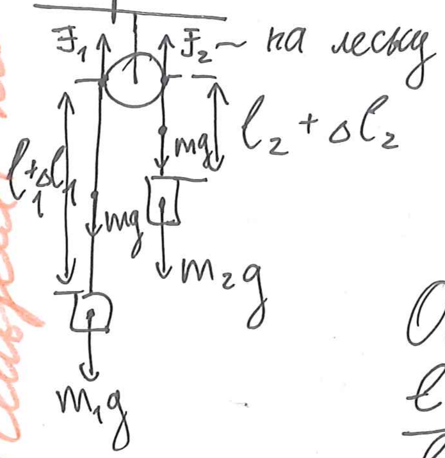
Подпись участника

70-43-08-07
(118.1)

Чистовик.

№1

Вопрос:



m – масса ~~уч~~ каждого участка лески

Так как блок идеальный и он находится в равновесии: $F_1 = F_2$

Общее растяжение $\Delta l = 1$ мм

$$\frac{l_1}{l_2} = n = 3$$

Из равновесия для обоих участков лески:

$$\begin{cases} F_1 = mg + m_1 g \\ F_2 = mg + m_2 g \\ F_1 = F_2 = F \end{cases} \Rightarrow m_1 = m_2$$

По з-ну Гука: $F = ES\frac{\Delta l}{l}$, где E – модуль Юнга для данного материала, S – площадь поперечного сечения, $\frac{\Delta l}{l}$ – относ. удлинение

$$\begin{cases} F_1 = ES_1\frac{\Delta l_1}{l_1} \\ F_2 = ES_2\frac{\Delta l_2}{l_2} \\ \Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l \\ \frac{l_1}{l_2} = n;\ \rho_1 = \rho_2 \\ F_1 = F_2;\ \rho_1 = \frac{m}{S_1 l_1} \\ \rho_2 = \frac{m}{S_2 l_2} \end{cases}$$

$$\frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{\Delta l_2}{l_2}$$

$$\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{l_1}{l_2} = n \Rightarrow \Delta l_1 = n\Delta l_2$$

$$\Delta l = \Delta l_2(1+n)$$

$$\boxed{\Delta l_2 = \frac{\Delta l}{1+n}};\quad \boxed{\Delta l_1 = \frac{n}{1+n}\Delta l}$$

$\Delta l_1 = \frac{3}{4} \cdot 1$ мм $= 0,75$ мм $\quad \Delta l_2 = \frac{1}{4}\cdot 1$ мм $= 0,25$ мм

Ответ: растяжение короткого участка 0,25 мм, длинного – 0,75 мм.

№	1	2	3	4
7	5	4	3	5
3	~~6~~ 9	13	20	20

76

(Жарова С.Н.)
(Смирнова ...)

По апелляции оценка повышена на 3 балла – 49 баллов
Итоговая оценка

Чистовик.

$$\begin{cases} S_1 \dfrac{\Delta l_1}{l_1} = S_2 \dfrac{\Delta l_2}{l_2} \\ S_1 l_1 = S_2 l_2 \to \dfrac{S_2}{S_1} = \dfrac{l_1}{l_2} \\ \dfrac{l_1}{l_2} = n \\ \Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l \end{cases}$$

$$\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{S_2}{S_1} \cdot \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 = n^2$$

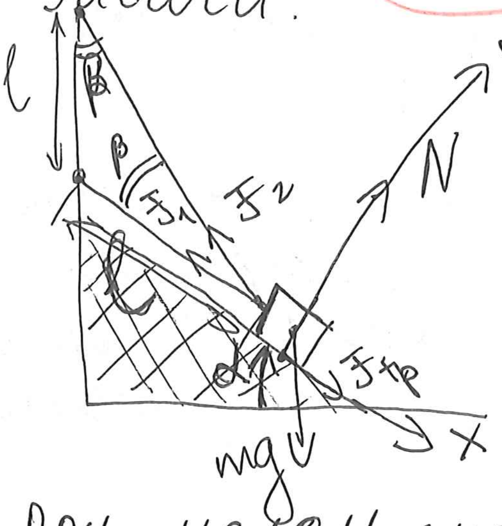
$$\Delta l_1 = n^2 \Delta l_2$$

$$\Delta l = \Delta l_2 (1 + n^2)$$

$$\boxed{\Delta l_1 = \frac{n^2}{1+n^2} \Delta l} ; \quad \boxed{\Delta l_2 = \frac{\Delta l}{1+n^2}}$$

$$\Delta l_1 = \frac{3^2}{1+3^2} \cdot 1\text{ мм} = \underline{0,9\text{ мм}} \qquad \Delta l_2 = \frac{1\text{ мм}}{1+3^2} = \underline{0,1\text{ мм}}$$

Задача:



$$F_1 = ES \frac{\Delta l_1}{l_1}$$

$$F_2 = ES \frac{\Delta l_2}{l_2}$$

$$l_1 = l$$

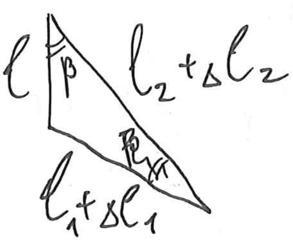
$$l_2 = 2l\cos\beta$$

$$2\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 30^\circ = \alpha$$

При малом смещении груза вниз на Δx

$\Delta l_1 = \Delta x$



$$\cancel{\frac{l_2 + \Delta l_2}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{l_1 + \Delta l_1}{\sin\beta}}$$

$$\cancel{\frac{2l\cos\alpha + \Delta l_2}{\cos\alpha} = \frac{l + \Delta x}{\sin\alpha}}$$

70-43-08-07 (118.1)

~~$\Delta l_2 = ctg\alpha(l+\Delta x) - 2l\cos\alpha$~~ Чистовик

2-ой з-н Ньютона

$OX:\ F_{тр} + mg\sin\alpha - F_1 - F_2\cos\beta = 0$

$OY:\ N + F_2\sin\beta - mg\cos\alpha = 0$

$-\mu N \leq F_{тр} \leq \mu N$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1}\cdot\frac{l_1}{l_2} = \cancel{\frac{(ctg\alpha - 2\cos\alpha)l_1 + ctg\alpha\,\Delta x}{\Delta x}}$$

$$(l_2 + \Delta l_2)\cos\beta = l_2\cos\beta + \Delta l_1$$

$$\Delta l_2 \cos\beta = \Delta l_1 = \Delta x$$

$$\Delta l_2 = \frac{\Delta x}{\cos\alpha}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{\cos\alpha}\cdot\frac{l}{2l\cos\alpha} = \frac{1}{2\cos^2\alpha} =$$

$$= \frac{1}{2}(tg^2\alpha + 1)$$

$$\begin{cases} F_{тр} = F_1 + \dfrac{F_1}{2\cos^2\alpha}\cdot\cos\alpha - mg\sin\alpha \\ N = mg\cos\alpha - \dfrac{F_1}{2\cos^2\alpha}\cdot\sin\alpha \\ -\mu N \leq F_{тр} \leq \mu N \end{cases}$$

$$F_{тр} = F_1\,\frac{1+2\cos\alpha}{2\cos\alpha} - mg\sin\alpha$$

$$\mu N = \mu\left(mg\cos\alpha - \frac{F_1\sin\alpha}{2\cos^2\alpha}\right)$$

$$\mu\left(\frac{F_1\sin\alpha}{2\cos^2\alpha} - mg\cos\alpha\right) \leq F_1\left(1 + \frac{1}{2\cos\alpha}\right) - mg\sin\alpha \leq$$

$$\leq \mu\left(mg\cos\alpha - \frac{F_1\sin\alpha}{2\cos^2\alpha}\right)$$

Чистовик.

№2

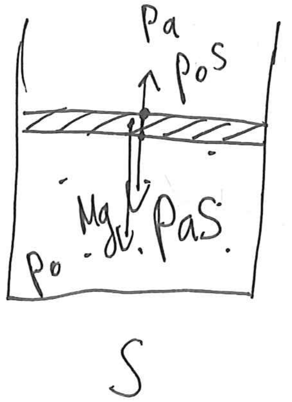
Вопрос:

Для идеального газа показатель адиабаты $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, где C_p - молярная теплоёмкость газа при изобарном процессе, а C_v - при изохорном.

$C_p = \frac{i+2}{2}R$; $C_v = \frac{i}{2}R \Rightarrow$ ~~$\gamma = \frac{i+2}{i}$~~

$\Rightarrow \gamma = \frac{i+2}{i}$; Для одноатомного газа $i = 3 \Rightarrow \gamma = \frac{5}{3}$; для двухатомного $i = 5 \Rightarrow$ (i - число степеней свободы молекулы газа) $\Rightarrow \gamma = \frac{7}{5}$; для трёхатомного и более (многоатомного) $i = 6 \Rightarrow \gamma = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$.

Задача:



p_a - атмосферное давление

p_0, p_1, p_2 - давления воздуха под поршнем при соответствующих высотах

M - масса поршня

m - масса гирьки

2-ой з-н Ньютона: $p_0S - p_aS - Mg = 0$ (в нач. момент поршень в покое)

2-ой з-н Ньютона для h_1:

$p_1S - p_aS - Mg - mg = 0$

3-н ~~сохранения энер~~ изменения энергии:

$\Delta U_1 = A_{вн_1}$ (Q = 0, сосуд теплоизолирован)

$\Delta U_1 = \frac{5}{2}(p_1V_1 - p_0V_0)$; $V_1 = h_1S$; $V_0 = h_0S$

$A_{вн_1} = (M+m)g(h_0 - h_1) + p_aS(h_0 - h_1)$ - для 1-го процесса

Для 2-го процесса ($h_1 \to h_2$) з-н изм. энергии: при h_2 поршень должен остановиться т.е. $E_{к\,поршня} = 0$

$\Delta U_2 = A_{вн_2}$

$\Delta U_2 = \frac{5}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$

$V_2 = h_2 S$; ~~$V_1 = 1$~~

$A_{вн_2} = -(M + \cancel{m})g(h_2 - h_1) - p_a S(h_2 - h_1)$

Таким образом:

$$\begin{cases} \frac{5}{2}(p_2 h_2 - p_1 h_1)S = -(h_2 - h_1)(Mg + \cancel{mg} + p_a S) \\ \frac{5}{2}(p_1 h_1 - p_0 h_0)S = (h_0 - h_1)(Mg + mg + p_a S) \\ Mg + p_a S = p_0 S \\ Mg + mg + p_a S = p_1 S \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{5}{2}(p_1 h_1 - p_2 h_2) = (h_2 - h_1)p_0 \\ \frac{5}{2}(p_1 h_1 - p_0 h_0) = (h_0 - h_1)p_1 \end{cases}$$

Для адиабатного процесса:

$pV^\gamma = const$; $\gamma = \frac{7}{5}$ $(i = 5)$

$p_0 V_0^\gamma = p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ (все процессы квазиравновесны)

$p_0 h_0^\gamma = p_1 h_1^\gamma = p_2 h_2^\gamma$

$$\begin{cases} \frac{5}{2}\left(\cancel{p_0}\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma h_1 - \cancel{p_0}\left(\frac{h_0}{h_2}\right)^\gamma h_2\right) = (h_2 - h_1)\cancel{p_0} \\ \frac{5}{2}\left(\cancel{p_0}\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma h_1 - \cancel{p_0} h_0\right) = (h_0 - h_1)\cancel{p_0}\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{5}{2}\left(h_0^{\frac{7}{5}} \cdot h_1^{1-\frac{7}{5}} - h_0^{\frac{7}{5}} \cdot h_2^{1-\frac{7}{5}}\right) = h_2 - h_1 \\ \frac{5}{2}\left(h_0^{\frac{7}{5}} \cdot h_1^{1-\frac{7}{5}} - h_0\right) = \left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\frac{7}{5}}(h_0 - h_1) \end{cases}$$

Чистовик

$\frac{5}{2}\left(5\sqrt[7]{\frac{h_0}{h_1^2}} - h_0^7\right.$

Чистовик

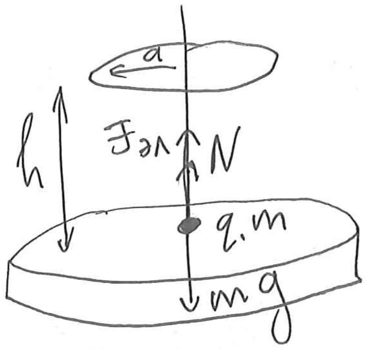
$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

Чистовик
№3

Задача:

$F_{эл} = \sum_i F_i = \sum_i k\frac{|q_i||q|}{a^2+h^2}\cos\alpha_i$

$\cos\alpha = \frac{h}{\sqrt{a^2+h^2}}$



$F_{эл} = \frac{|q|}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{h\cdot|Q|}{(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$

$\sum_i q_i = Q$

1) $F_{эл} + N - mg = 0$

чтобы шарик был в покое $N \geq 0$

$N = mg - \frac{q|Q|h}{4\pi\varepsilon_0(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}} \geq 0$

$\frac{q|Q|h}{4\pi\varepsilon_0(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}} \leq mg$

$|Q| \leq \frac{4\pi\varepsilon_0 mg(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}{qh} = A(h)$; это должно быть выполнено при любых h,

т.е. $|Q| \leq \left(\frac{4\pi\varepsilon_0 mg(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}{qh}\right)_{min} = A_{min}$

$A'(h) = \frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{q}\cdot\frac{\frac{3}{\cancel{2}}(a^2+h^2)^{\frac{1}{2}}\cdot \cancel{2}h^2-(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}{h^2}$

$A(h) = A_{min}(h)$ при $A'(h) = 0$

$3h^2\cancel{(a^2+h^2)^{\frac{1}{2}}} - (a^2+h^2)\cdot\cancel{(a^2+h^2)^{\frac{1}{2}}} = 0$

$3h^2 - a^2 - h^2 = 0$

$2h^2 = a^2$; $h^2 = \frac{a^2}{2}$; $h = \frac{a}{\sqrt{2}}$

Подставим и получим:

$$A_{min} = \frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{q}\cdot\frac{\left(\frac{3}{2}a^2\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{a}{\sqrt{2}}} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{3}{2}}\cdot a^{\cancel{3}\,2}}{\cancel{a}}\cdot\sqrt{2}\cdot\frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{q} = \frac{3}{\cancel{2}}\cdot\frac{\sqrt{3}}{\cancel{\sqrt{2}}}\cdot\cancel{\sqrt{2}}\cdot a^2\cdot\frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi\varepsilon_0 mg}{q} =$$

$$= \frac{6\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 mga^2}{q}$$

Чистовик

$$|Q| \leq \frac{6\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 mga^2}{q}$$

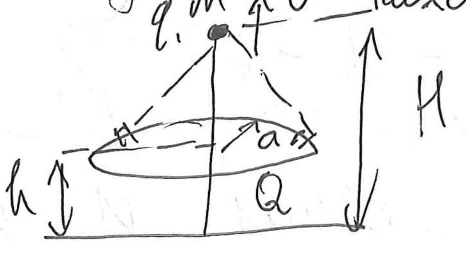
2) При $h = a$; $N = 0$; т.е.

$$|Q| = A(h) = A(a) = \frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{q}\cdot\frac{(2a^2)^{\frac{3}{2}}}{a} = \frac{2a^{\cancel{2}}\cdot\sqrt{2a^2}}{\cancel{a}}\cdot\frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{q} =$$

$$= \frac{8\sqrt{2}\pi\varepsilon_0 mga^2}{q} = \frac{2\sqrt{2}mga^2}{kq}$$

Энергия бусинки будет определяться как: $E_б = \frac{mv^2}{2} + mgH + q\varphi$ где H – высота её ~~подъё~~ подъёма φ – потенциал который создаёт кольцо в точке бусинки ~~нахождения~~

$$\varphi = k\frac{Q}{\sqrt{a^2+(H-h)^2}}$$



Для бусинки выполняется ~~з~~ ЗСЭ, и $H = H_{max}$ при $v = 0$: кольцо опускают очень медленно => будем считать, что бусинка достигнет H_{max} ~~сразу~~ очень быстро и h при $H = H_{max}$ будет равно h при $H = 0$, т.е. $h = a$

$E_{б_0} = E_б$

$$\begin{cases} E_{б_0} = \cancel{mg} \; k\frac{Qq}{\sqrt{a^2+h^2}} \\ E_б = mgH_{max} + k\frac{Qq}{\sqrt{a^2+(H-h)^2}} \\ h = a \end{cases}$$

$$Q = -|Q| = -\frac{2\sqrt{2}mga^2}{kq}$$

$$-\frac{2\sqrt{2}mga^2 q}{q\sqrt{2a^2}} = mgH -$$

$$-\frac{2\sqrt{2}mga^2 \cdot q}{q\sqrt{a^2+(H-a)^2}}$$

$$\frac{-2a^2}{\cancel{q}\cdot a} = H - \frac{2\sqrt{2}a^2}{\cancel{q}\sqrt{a^2+(H-a)^2}}$$

Чистовик

$$\frac{2\sqrt{2}a^2}{\cancel{q}\sqrt{a^2+(H-a)^2}} = H + \frac{2a}{\cancel{q}}$$

$$\frac{8a^4}{\cancel{q^2}(a^2+(H-a)^2)} = H^2 + \frac{4a^2}{\cancel{q^2}} + \frac{4aH}{\cancel{q}}$$

$$8a^4 = (H^2 + 4a^2 + 4aH)(a^2 + H^2 + a^2 - 2Ha)$$

$$\cancel{8a^4} = a^2H^2 + \cancel{4a^4} + \cancel{4a^3H} + H^4 + 4a^2H^2 + 4aH^3 +$$
$$+ a^2H^2 + \cancel{4a^4} + \cancel{4a^3H} - 2H^3a - \cancel{8a^3H} - 8a^2H^2$$

$$H^4 + 2H^3a - 2a^2H^2 = 0; \quad H \neq 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow H^2 + 2aH - 2a^2 = 0$ Чистовик

$H_{1,2} = -a \pm \sqrt{a^2 + 2a^2}$

$H > 0 \Rightarrow \boxed{H = a(\sqrt{3} - 1)}$

$H = 24(\sqrt{3} - 1)$ см.

$\sqrt{3} \approx 1{,}73 \Rightarrow H \approx 24 \cdot 0{,}73$ (см) $\approx$

$\approx 17{,}5$ (см)

Ответ: $H = a(\sqrt{3} - 1)$; $H \approx 17{,}5$ (см).

Вопрос: взаимодействие зарядов можно считать потенциальным

в каком случае?

№1

Задача (продолжение):

$$F_1\left(1 + \frac{1}{2\cos\alpha} + \frac{\mu\sin\alpha}{2\cos^2\alpha}\right) \le mg(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$$

$$F_1 \le mg\,\frac{(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)\,2\cos^2\alpha}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha + 2\cos^2\alpha}$$

$$F_1 \ge \frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{1 + \frac{1}{2\cos\alpha} - \frac{\mu\sin\alpha}{2\cos^2\alpha}}$$

$$F_1 \le mg\,\frac{(0{,}2\cdot\sqrt{3} + 0{,}5)\cdot \cancel{2} \cdot 3}{\cancel{2}4\left(0{,}4 + \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} + \cancel{2}\cdot\frac{3}{4\cancel{2}}\right)} =$$

$$= mg\,\frac{(0{,}2\sqrt{3} + 0{,}5)\cdot 3}{3{,}4 + \sqrt{3}} = mg\,\frac{2\sqrt{3} + 5}{34 + 10\sqrt{3}}\cdot 3$$

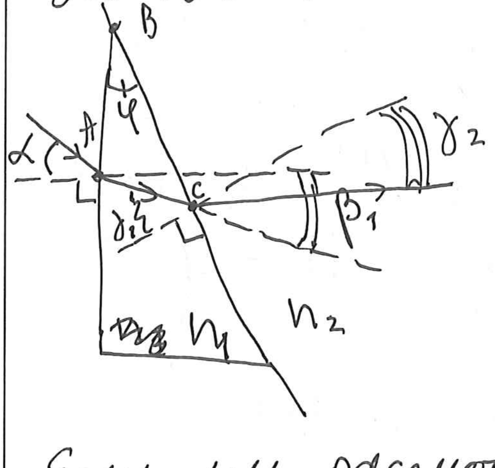
$$F_1 \ge mg\,\frac{30 - 12\sqrt{3}}{68 + 10\sqrt{3}}$$

Чистовик №4

Вопрос:
З-н преломления света в геометрической оптике: 1) луч падающий на границу раздела двух сред и этот же луч после преломления ~~находятся в одной плоскости~~ а также перпендикуляр к ~~точке~~ границе раздела сред в точке преломления лежат в одной плоскости; 2) луч падающий и преломлённый связаны соотношением $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$ где n_1 и n_2 - показатели преломления сред, а α_1 и α_2 - углы которые лучи составляют с перпендикуляром к границе сред в точке преломления луча.

(З-н Схема)

Задача:



По з-ну Схема:

$\sin\alpha = n_1 \sin\beta_1$

$n_1 \sin\gamma_1 = n_2 \sin\gamma_2$

Из $\triangle ABC$:

$180^\circ = \varphi + \beta_1 + 90^\circ + 90^\circ - \gamma_1$

$\gamma_1 = \varphi + \beta_1$

Если мы рассмотрим ход луча ~~в среде 2 там будут выполнятся те же самые соотношения, но~~

$\sin\alpha' = n_2 \sin\beta_2$ ~~если $\gamma_2 > \varphi$, то~~

~~$\gamma_2 = \varphi + \beta_2$~~

Листовик

$\gamma_2 \overset{?}{\vee} \varphi$

$\cancel{\gamma_2 \approx \frac{n_1}{n_2}}$

$\gamma_1 \approx \varphi + \beta_1$

$\sin\gamma_1 \approx \gamma_1$

$\sin\alpha \approx \alpha$

$\sin\beta_1 = \frac{\sin\alpha}{n_1} \approx$

$\approx \cancel{\beta}\, \frac{\alpha}{n_1}$

$\sin\beta_1 \approx \beta_1$

$\sin\gamma_2 = \sin\gamma_1 \frac{n_1}{n_2} \approx$

$\approx \gamma_1 \frac{n_1}{n_2}$

Т. е. все углы малые

$$\begin{cases} \gamma_2 = \gamma_1 \frac{n_1}{n_2} \\ \gamma_1 = \varphi + \beta_1 \\ \beta_1 = \frac{\alpha}{n_1} \end{cases}$$

$\gamma_2 = \left(\varphi + \frac{\alpha}{n_1}\right)\frac{n_1}{n_2} =$

$\sin\gamma_2 \approx \gamma_2$

$= \varphi \frac{n_1}{n_2} + \frac{\alpha}{n_2} \overset{?}{\vee} \varphi$

$\frac{\alpha}{\cancel{n_2}} \overset{?}{\vee} \varphi \frac{n_2 - n_1}{\cancel{n_2}}$ $\cancel{\frac{\alpha}{n_2}}$

$\varphi^\circ \overset{?}{\vee} 3^\circ \cdot \frac{1}{2}$

$\varphi^\circ > 1{,}5^\circ \Rightarrow \gamma_2 > \varphi \Rightarrow$ ход будет таким:

Это эквивалентно преломлению в 1-ой среде $\Rightarrow$

$\Rightarrow \sin\alpha' = n_2 \sin\beta_2$

$\gamma_2 = \beta_2 + \varphi$

$\delta = |\alpha - \alpha'|$

$\sin\alpha' \approx \alpha'$; $\sin\beta_2 \approx \beta_2$

$$\begin{cases} \alpha' = n_2 \beta_2 \\ \alpha = n_1 \beta_1 \\ n_1\gamma_1 = n_2\gamma_2 \\ \gamma_1 = \varphi + \beta_1 \\ \gamma_2 = \varphi + \beta_2 \\ \delta = |\alpha - \alpha'| \end{cases}$$

$n_1\varphi + \alpha = n_2\varphi + \alpha'$

$\alpha - \alpha' = (n_2 - n_1)\varphi = \varphi\Delta n$

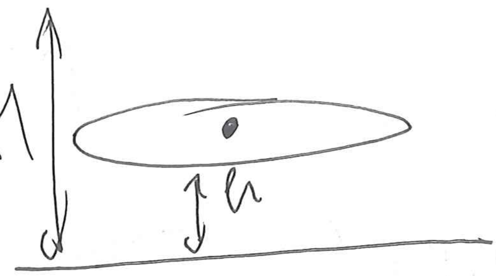
$\boxed{\delta \approx \varphi\Delta n}$

$\delta \approx 3^\circ \cdot 0{,}5 = 1{,}5^\circ$

Ответ: $\delta \approx \varphi\Delta n$; $\delta \approx 1{,}5^\circ$.

черновик

$$\frac{K1^2}{\cancel{H}\cdot \cancel{M^2}} : \frac{\cancel{H}\cdot M^2}{M\cdot K1}$$



$$1{,}73 \times 1{,}73 = 2{,}9929$$

$$1{,}73 \times 2{,}4$$

$$F_1 = ES\cdot\frac{\Delta l_1}{l_1} \qquad l_1 = l$$

$$F_2 = ES\cdot\frac{\Delta l_2}{l_2} \qquad l_2$$

$$(\cancel{2l\cos\alpha\cdot\cos\alpha} + \Delta l_2)\cos\alpha =$$

$$= \cancel{2l\cos\alpha\cdot\cos\alpha} + \Delta x$$

$$\frac{\frac{3}{4} - 1{,}2\sqrt3}{6 + \frac{3}{2\sqrt3} - \frac{0{,}8\cdot 4}{2\cdot 2\cdot 3}} =$$

Черновик

$\alpha = n_1\beta_1$ $\quad n_2\beta_2 = \alpha'$

$n_1(\varphi+\beta_1) = n_2(\varphi+\beta_2)$ $\quad \delta = \alpha - \alpha' = \varphi\Delta n$

$n_1\varphi + \alpha = n_2\varphi + \alpha'$

$\alpha' = \alpha + \varphi(n_1-n_2) = \alpha - \varphi\Delta n$

$\sin\alpha = n_1\sin\beta_1$ $\quad n_2\sin\beta_2 = \sin\alpha'$

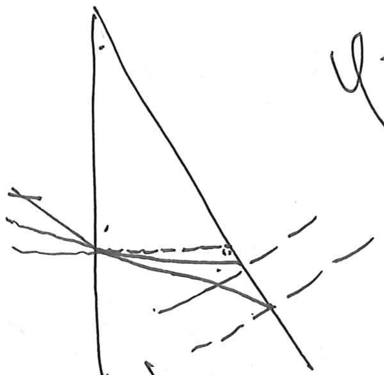
$n_1\sin(\varphi+\beta_1) = n_2\sin(\varphi+\beta_2)$

$n_1(\sin\varphi\cos\beta_1 + \sin\beta_1\cos\varphi) = n_2(\sin\varphi\cdot\cos\beta_2 + \sin\beta_2\cos\varphi)$

$n_1\sin\varphi + \sin\alpha\cos\varphi = n_2\sin\varphi + \sin\alpha'\cdot\cos\varphi$

$(n_2-n_1)\sin\varphi = \cos\varphi(\sin\alpha - \sin\alpha')$

$\varphi + \cancel{90^\circ} + \beta + \cancel{90^\circ} - \gamma = \cancel{180}$



$tg\varphi\cdot\Delta n =$

$\cancel{\gamma}\ \beta_1 \approx 3^\circ$

$\gamma_1 \approx 6^\circ$

$n_2 = \frac{4}{3} + \frac{1}{2} = \frac{11}{6}$

$\frac{(\varphi + \frac{\alpha}{n_1})\cdot n_1}{n_2}$

$\varphi + 90^\circ - \beta + 90^\circ - \gamma = 180^\circ$

$\frac{4}{3} : \cancel{6}^{2} = \frac{11}{6}\cdot\gamma_2$

$\gamma_2 = \frac{48}{11}$

$\varphi\frac{n_1}{n_2} \overset{?}{\vee} \varphi - \beta$ $\quad \gamma = \varphi - \beta$

$4^\circ < \gamma_2 < 5^\circ$

Черновик

$p_a S + Mg = p_0 S$

$p_a S + Mg + mg = p_1 S$ $\quad \cancel{p_2} \cancel{p_3}$

$(M+m) g (h_1 - h_0) + \frac{5}{2}(p_1 h_1 - p_0 h_0) S = p_a S \cdot (h_0 - h_1)$

$\cancel{mg} \cancel{p_1 h_1}$ $\quad p_1 h_1^{\gamma} = p_0 h_0^{\gamma} = p_2 h_2^{\gamma}$

$Mg(h_2 - h_1) + \frac{5}{2}(p_2 h_2 - p_1 h_1) S =$

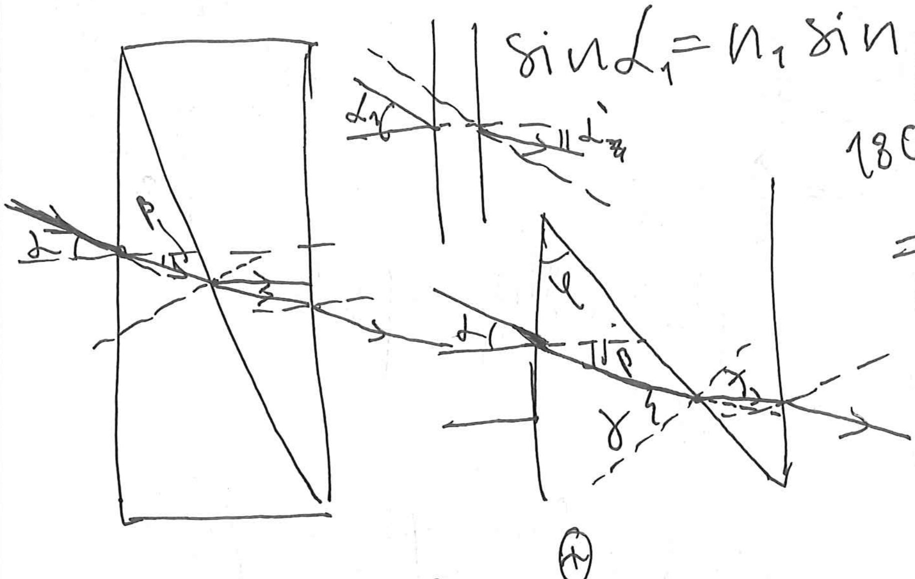
$= - p_a S (h_2 - h_1) \qquad \gamma = \frac{7}{5}$

$\cancel{p_3}$ $\quad p_1 = p_0 \left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\gamma} \qquad p_2 = p_0 \left(\frac{h_0}{h_2}\right)^{\gamma}$

$mg = S p_0 \left(\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\gamma} - 1\right)$

$\cancel{M}\left((p_0 - p_a) S + p_0 S \left(\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\gamma} - 1\right)\right)(h_1 - h_0) =$

$=$



$\sin\alpha_1 = n_1 \sin\beta_1$

$180^\circ - (90^\circ - \varphi) =$

$= 90^\circ + \varphi$

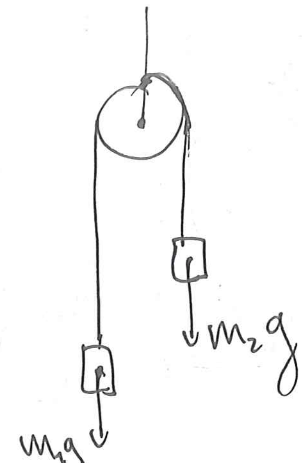
$\cancel{90^\circ} + \varphi + \beta_1 + \cancel{90^\circ} - \gamma = \cancel{180^\circ}$

$\gamma_1 = \varphi + \beta_1$

$\gamma_2 = \varphi + \beta_2$ $\qquad n_1 \sin\gamma_1 = n_2 \sin \gamma_2$

$\sin\alpha_2 = n_2 \sin\beta_2$

$F = ES\varepsilon = E \cdot S \cdot \frac{\Delta l}{l}$; Черновик.



$\cancel{m_2 g}$ $F = m_2 g + mg = ES\frac{\Delta l_2}{l_2}$

$F = m_1 g + mg = ES \cdot \frac{\Delta l_1}{l_1}$

$m_1 = m_2$

$\Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l$ $\quad \frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{\Delta l_2}{l_2}$ $\quad \frac{l_1}{l_2} = 3$

$\cancel{3}\Delta l_2 = \Delta l$ $\quad \frac{m}{S_1 l_1} = \rho$ $\quad \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{l_1}{l_2} = 3$

Δl

$\frac{m}{S_2 l_2} = \rho$

$S_1 l_1 = S_2 l_2$

$\frac{l_1}{l_2} = \frac{S_2}{S_1}$ $\quad S_2 \cdot \frac{\Delta l_2}{l_2} = \frac{\Delta l_1}{l_1} \cdot S_1$

$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i}$

$\frac{S_2}{S_1} \cdot \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} = \frac{l_2}{l_1}$

$i = 3$
$i = 5$
$i = 6$

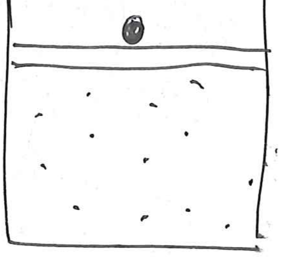
$\gamma = \frac{5}{3}$

$\gamma = \frac{7}{5}$

$\gamma = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$

$\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 =$
$= n^2$

p_a



$p_a S + Mg = p_0 S$

$\Delta W = A_{вн}$

$mg + Mg + p_a S = p_1 S$

$\Delta W = mg(h_1 - h_0) + \frac{5}{2}\cancel{\nu R}(p_1 V_1 - p_0 V_0)$

$A_{вн} = p_a S(h_0 - h_1)$ $\quad V_1 = h_1 S$ $\quad V_0 = h_0 S$

«Повысить оценку на 3 балла. Итоговая оценка 79 баллов».

Председателю апелляционной комиссии олимпиады школьников „Покори Воробьевы горы!"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова академику В. А. Садовничему от ученика 10 класса ГАОУ МО „ЛНИП", 141070 г. Королёв, ул. Циолковского, 9
Обухова Ильи Ильича.

Апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (мною получено 76 баллов) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что не все выполненные мною критерии были оценены. В заданиях 1, 2 и 4 считаю свои ответы на вопросы правильными, полными и обоснованными и прошу выставить полные баллы за них. В заданиях 3 и 4 считаю, что выполнены все критерии, и прошу выставить полные баллы за ~~них~~ данные задачи. В задаче 1 считаю выполненными критерии по счёту 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 и 12, то есть все кроме критерия 7. Прошу выставить 19 баллов за данную задачи. В задаче 2 считаю выполненными критериями по счёту 1, 2, 3, 4, 5, 6. Прошу выставить 13 баллов за данную задачу.

22.04.2024

(Обухов И. И.)