ДЕШИФР

0 247448 860005

24-74-48-86
(47.7)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шифон Анны Наумовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 14:00
Вернулся: 14:03
15:02 Работу сдал Карпенков Д.Ю.

Дата

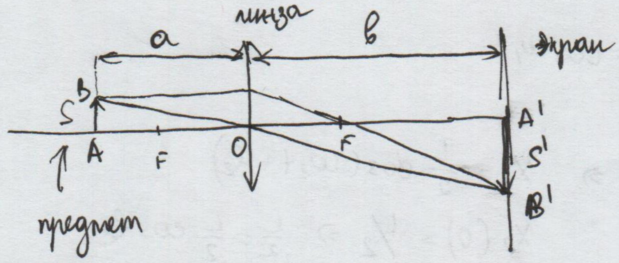
«05» марта 2023 года

Подпись участника

24-74-48-86 (47.7)

Чистовик

№ 4.5.1



Дано:
$\Gamma = 3$
$S = a + в = 80$ см
$D_{линзы}$ - ?

Решение:
по формуле собирающей линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{в} = \frac{1}{F}$

при этом из подобия Δ-ков ABO и A'B'O

$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AO}{A'O} = a/в \qquad \Gamma = \frac{A'B'}{AB} = в/a = 3$

$\Rightarrow в = 3a \quad \Rightarrow S = 3a + a = 4a = 80$ см
$\Rightarrow a = 20$ см

а $D = \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{в} = \frac{1}{a} + \frac{1}{3a} = \frac{3}{3a} + \frac{1}{3a} = \frac{4}{3a}$

$\Rightarrow D = \frac{4}{3a} = \frac{4}{3 \cdot 20 \cdot 10^{-2} м} = \frac{4 \cdot 10^2}{3 \cdot 20}$ дптр $=$

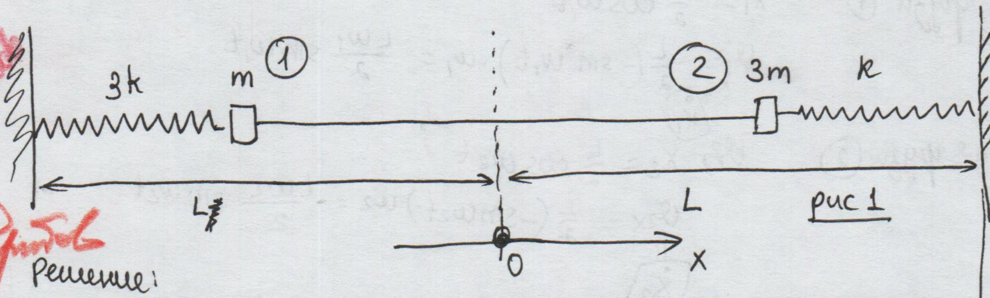
$= \frac{4 \cdot 100}{3 \cdot 20} = \frac{4 \cdot 5}{3} = \frac{20}{3}$ дптр

$\approx 6{,}667$ дптр

Нет решения в общем виде

Ответ: $D = 6{,}667$ дптр $\left(\frac{20}{3}\right.$ дптр$\left.\right)$

№ 1.2.1



Дано:
$L = 20$ см
L - длина пружины
пружины невесомы
расстояние между стенами 40см (2L)
пружины сжали до длины 10см $= L/2$
и отпустили
m и 3k слипаются
3m и k
A колебаний слипшихся грузов - ?

Решение:
введём ось X от левой стены к правой и ноль будет посередине стен.

$\Rightarrow$ сначала (до слипания) амплитуда колебаний обеих грузов $L/2$ (т.к. $\Delta x = L - L/2 = L/2$ насколько сжали до какой длины)
(оба груза будут двигаться по гарм закону) до слипания

$\Rightarrow$ уравнение колебаний в общем виде

$x = x_0 \cos(\omega t + \varphi)$, где x_0 - амплитуда, φ - фаза

пронумеруем грузы (см рис 1)

для груза 1 $\quad \omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}} \quad \Rightarrow x_1 = L/2 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$

при этом $x_1(0) = -L/2$

$\Rightarrow L/2 \cos(\varphi_1) = -L/2 \Rightarrow \cos\varphi_1 = -1 \qquad \varphi_1 = \pi$

след стр продолжение

1	2	3	4	5
20	20	20	14	20

94 Девяносто четыре

№ 1.2.1 (Продолжение)

$$x_1 = \frac{L}{2}\cos(\omega_1 t+\pi) = -\frac{L}{2}\cos\omega_1 t$$

~~x_2~~ для груза ② $\omega_2=\sqrt{\frac{k}{3m}}$ $\Rightarrow$ $x_2=\frac{L}{2}\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$

$x_2(0) = L/2 \Rightarrow \frac{L}{2} = \frac{L}{2}\cos\varphi_2$

$\cos\varphi_2=1$

$\varphi_2=0$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{L}{2}\cos(\omega_2 t)$$

слипаются когда $x_1=x_2$

$\Rightarrow -\frac{L}{2}\cos\omega_1 t = \frac{L}{2}\cos\omega_2 t$ $\qquad -\cos\alpha=\cos(\pi-\alpha)$

$\Rightarrow -\cos\omega_1 t=\cos\omega_2 t$

$\cos(\pi-\omega_1 t)=\cos\omega_2 t$

$\Rightarrow \pi-\omega_1 t=\omega_2 t$

$\Rightarrow t=\frac{\pi}{\omega_1+\omega_2}$ – время, через которое грузы слипаются

$$t=\frac{\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}}+\sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\sqrt3+\frac{1}{\sqrt3}\right)} = \frac{\pi\sqrt3}{\sqrt{\frac{k}{m}}(4)}$$

$\Rightarrow$ для груза ① $x_1=-\frac{L}{2}\cos\omega_1 t$

$\underset{\boxed{\dot x_1}}{\underset{\parallel}{v_{1x}}} = -\frac{L}{2}(-\sin\omega_1 t)\cdot\omega_1 = \frac{L\omega_1}{2}\sin\omega_1 t$

для груза ② $x_2=\frac{L}{2}\cos\omega_2 t$

$\underset{\boxed{\dot x_2}}{\underset{\parallel}{v_{2x}}} = \frac{L}{2}(-\sin\omega_2 t)\omega_2 = -\frac{L\omega_2}{2}\sin\omega_2 t$

$\Rightarrow$ можем найти скорости грузов:

$$v_{1x}=\frac{L\omega_1}{2}\sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{\pi\sqrt3}{\sqrt{\frac{k}{m}}\cdot4}\right) = \frac{L\omega_1}{2}\sin\frac{3\pi}{4} = \frac{L\omega_1}{2}\sin\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{2}\right)=$$

$$=\frac{L\omega_1}{2}\cos\frac{\pi}{4} = \frac{L\omega_1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt2} = \frac{L}{2\sqrt2}\cdot\sqrt{\frac{3k}{m}} = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{2m}}$$

$$v_{2x} = -\frac{L\omega_2}{2}\sin\sqrt{\frac{k}{3m}}\cdot\frac{\pi\sqrt3}{\sqrt{\frac{k}{m}}\cdot4} = -\frac{L\omega_2}{2}\sin\frac{\pi}{4} = -\frac{L\omega_2}{2}\frac{1}{\sqrt2}=$$

$$=-\frac{L}{2\sqrt2}\cdot\sqrt{\frac{k}{3m}} = -\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{6m}}$$

продолжение → на след стр.

24-74-48-86 (47.7)

№1.2.1 (Продолжение)

$\Rightarrow$ грузы слипаются ~~т.к. внешних сила~~

$\Rightarrow$ З.С.И (замкнутая система)

$$\Rightarrow m \cdot v_{1x} + 3m v_{2x} = 4m u_x$$

$$m \cdot \frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{2m}} - 3m\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{6m}} = 4m\, u_x$$

$$\frac{L}{2} m \left(\sqrt{\frac{3k}{2m}} - \sqrt{\frac{9k}{6m}}\right) = 4m u_x$$

$$\frac{L}{2} m \left(\sqrt{\frac{3k}{2m}} - \sqrt{\frac{3k}{2m}}\right) = 4m u_x$$

$\Rightarrow 0 = 4m u_x \Rightarrow u_x = 0$ — их скорость после слипания равна 0.

$\Rightarrow$ а также можем найти x на котором они встретились

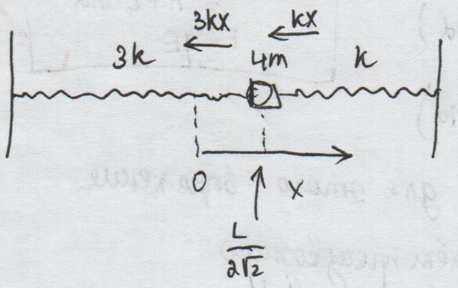
$$\Rightarrow x = -\frac{L}{2}\cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\pi\sqrt{3}}{\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 4}\right) = -\frac{L}{2}\cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) = \frac{L}{2}\sin\frac{\pi}{4} = \frac{L}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{L}{2\sqrt{2}}$$

(подставим в x_1)

$$\cos\left(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}\right)$$

sin, cos

$\Rightarrow$ встретились на $x = \frac{L}{2\sqrt{2}}$



$\Rightarrow$ при этом по второму закону Ньютона для слипшегося куска: если сдвинуть на x из положения равновесия

$$4m\ddot{x} = -kx - 3kx$$

$$\Rightarrow 4m\ddot{x} + 4kx = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \Rightarrow \omega_{общ} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$\Rightarrow$ теперь уравнение колебаний

$$x = x_{общ}\cos(\omega_{общ} t + \varphi_{общ})$$

$$v = \dot{x} = -x_{общ}\cdot\omega_{общ}\sin(\omega_{общ} t + \varphi_{общ})$$

$x(0) = \frac{L}{2\sqrt{2}}$, где $x_{общ}$ — амплитуда $= A$

$v(0) = 0$

$$\Rightarrow -x_{общ}\,\omega_{общ}\sin(\varphi_{общ}) = 0$$

$$x_{общ}\cos\varphi_{общ} = \frac{L}{2\sqrt{2}}$$

$\omega_{общ} \neq 0$

$x_{общ} \neq 0$

$\Downarrow$

$\sin\varphi_{общ} = 0$

$\rightarrow \varphi_{общ} = 0$

$\Rightarrow \cos\varphi_{общ} = 1$

$$x_{общ} = \frac{L}{2\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow A = \frac{L}{2\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}\text{ см}$$

Ответ: $\boxed{A = \frac{10}{\sqrt{2}}\text{ см}} \approx \left(\frac{10}{1{,}4}\text{ см} \approx \frac{100}{14}\text{ см} \approx 7{,}9\text{ см}\right)$

№ 3.9.1

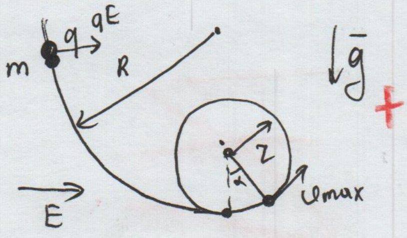


рис 2.

Дано: тонкая пластмассовая спица в форме четверти окружности радиусом $R = 1$ м и кольцевого витка радиусом $r = 0{,}25$ м

$m = 1г = 10^{-3}$ кг

$q = 10^{-6}$ Кл

$E = 10^3$ В/м — горизонтально.

g – const

$g = 10$ м/с²

υ_{max} – ?

Решение:

пусть υ_{max}, когда бусинка отклонилась на кольцевом витке на угол α от вертикали (см рис 2)

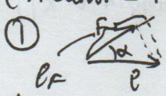
② $\Rightarrow$ ~~Система Закон~~ • Можем записать З.С.Э учитывая работу E (сила qE)

сила реакции работу не совершает т.к $N \perp S$ (перемещению)

Δh для бусины $= -\left(R - r(1-\cos\alpha)\right) = -\left(R - r + r\cos\alpha\right)$ для бусинки

↑ она опустилась, поэтому берём с минусом

(A силы $= F \cdot l \cdot \cos\alpha$)

① 

l_F

! для E: $l_E = R + r\sin\alpha$

$F = qE$

$\Rightarrow$ З.С.Э:

$\Delta U + \Delta K = A_{внешних\ сил}$

$$\Rightarrow \frac{m\upsilon^2}{2} + \left(-(R - r + r\cos\alpha)\right)\cdot mg = qE\cdot(R + r\sin\alpha)$$

$$\Rightarrow \frac{m\upsilon^2}{2} = mg\,(R - r + r\cos\alpha) + qE(R + r\sin\alpha)$$

посмотрим при каком α υ_{max}, для этого выражение справа должно быть max $\Rightarrow$ возьмём производную

$$\frac{d\left(mgR - mgr + mgr\cos\alpha + qER + qEr\sin\alpha\right)}{d\alpha} =$$

$$= -mgr\sin\alpha + qEr\cos\alpha = 0$$

$$mgr\sin\alpha = qEr\cos\alpha \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{qE}{mg} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}} = \frac{mg}{\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}$$

$$\sin\alpha = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}} = \frac{qE}{\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = mg\left(R - r + r\cdot\frac{mg}{\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}\right) + qE\left(R + r\cdot\frac{qE}{\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}\right) =$$

$$= mg(R-r) + qER + r\left(\frac{m^2g^2+q^2E^2}{\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}\right) =$$

$$= mg(R-r) + qER + r\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}$$

$$\upsilon_{max}^2 = 2g(R-r) + \frac{2qER}{m} + \frac{2r}{m}\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}$$

$\Rightarrow$ Ответ: $\upsilon_{max} = \sqrt{2g(R-r) + \frac{2qER}{m} + \frac{2r}{m}\sqrt{m^2g^2+q^2E^2}}$

продолжение →

4

24-74-48-86 (47,7)

№3.9.1 (Продолжение)

$$\vartheta_{max} = \sqrt{2\cdot 10\,(1-0{,}25) + \frac{2\cdot 10^{-6}\,\text{Кл}\cdot 10^{3}\,\frac{\text{В}}{\text{м}}\cdot 1\,\text{м}}{1\cdot 10^{-3}\,\text{кг}} + \frac{2\cdot 0{,}25}{10^{-3}\,\text{кг}}\cdot\sqrt{(10^{-3}\cdot 10)^2+(10^{-6}\cdot 10^{3})^2}} =$$

$$= \sqrt{2\cdot 10\cdot 0{,}75 + 2 + 2\cdot 0{,}25\cdot 10^{3}\sqrt{10^{-4}+10^{-6}}} =$$ +

$$= \sqrt{2\cdot 10\cdot 0{,}75 + 2 + 2\cdot 0{,}25\cdot 10^{3}\cdot 10^{-2}\underbrace{\sqrt{1+10^{-2}}}_{\approx 1}} \approx$$

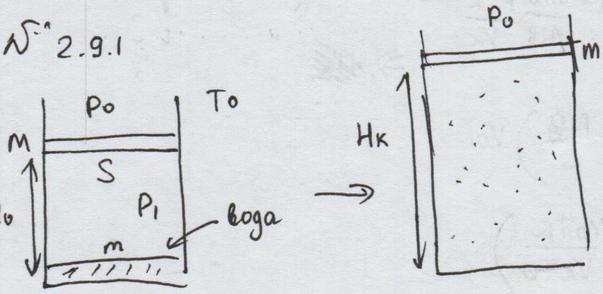
$$= \sqrt{2\cdot 7{,}5+2+2\cdot 2{,}5} = \sqrt{2\cdot 10+2}\ \text{м/с} = \sqrt{22}\ \text{м/с} \approx$$

$$\approx 2\sqrt{5{,}5}\ \text{м/с} \approx 2\cdot 2{,}35\ \text{м/с} \approx 4{,}7\ \text{м/с}.$$

$$\times\begin{array}{r}2{,}35\\2\\\hline 4\,7\,0\end{array}$$

Ответ: $\upsilon \approx 4{,}7\ \text{м/с}$. +

№2.9.1



Дано:
$S = 100\ \text{см}^2$
$M = 100\ \text{кг}$ (легкоподвижен)
$m = 9\ \text{г}$
$T_0 = 273\ \text{K}\ (0\,^\circ\text{C})$
$T_к = 400\ \text{K}$
$t_к = 127\,^\circ\text{C}$
$\mu = 18\times 10^{-3}\ \text{кг/моль} = 18\ \text{г/моль}$
$R = 8{,}3\ \text{Дж/моль}\times\text{К}$
$g = 10\ \text{м/с}^2$
$P_{н.п}$ при $t_к = 2{,}5\times 10^{5}\ \text{Па}$

Высота h, на которую поднимется - ?

Решение:
вначале пусть под поршнем ϑ молей воздуха $\Rightarrow$ ~~$P_0 + M$~~ $P_1\cdot V_0 = \vartheta R T_0$ (1)

(2) $P_1 = \frac{Mg}{S} + P_0$, т.к. поршень покоится $\Rightarrow$ равенство сил на него.

в конце пусть насыщенного пара $\vartheta_в$ молей | предположение |

$\Rightarrow P_{н.п}\cdot V_к = \vartheta_в R T_к$ (3)

$P_2\cdot V_к = \vartheta R T_к$ (4)

при этом поршень снова в равновесии $\Rightarrow$ равенство сил на него

$\Rightarrow$ (3) $V_к = \frac{\vartheta_в R T_к}{P_{н.п}}$ ~~подставим в (4)~~ $\Rightarrow \Sigma P = P_{н.п} + P_2 = P_0 + Mg/S$ (6)

(4) $\Rightarrow P_2 = \frac{\vartheta R T_к}{V_к}$, а если подставить (2) в (1) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \left(\frac{Mg}{S}+P_0\right)V_0 = \vartheta R T_0 \Rightarrow \vartheta R = \frac{\left(\frac{Mg}{S}+P_0\right)V_0}{T_0}$ (5)

подставим (5) в (4)

$\Rightarrow P_2 = \frac{(Mg/S + P_0)\,V_0 T_к}{T_0 V_к}$ $\rightarrow$ подставим в (6)

$P_{н.п} + \frac{(Mg/S + P_0)\,V_0 T_к}{T_0 V_к} = P_0 + Mg/S$ $\rightarrow$ продолж на след стр.

№ 29.1 (продолжение)

$P_{и.п} = \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)\left(1 - \frac{V_0 T_к}{V_к T_0}\right)$

· однако $P_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 Па + \frac{100 \cdot 10 Н}{100 \cdot 10^{-4} м^2} = 10^5 + \frac{10^3}{10^2 \cdot 10^{-4}} = 10^5 + 10^5 = 2 \cdot 10^5 Па < P_{и.п}$

$\Rightarrow$ предположение не верно

$\Rightarrow$ пар не будет насыщенным $\Rightarrow$ испариться вся вода, но пар не будет насыщенным

т.к в конце поршень будет в равновесии $\Rightarrow$ ~~~~ давление в ~~тр~~ трубе будет $2 \cdot 10^5$ Па

$\Rightarrow$ уравнения (3), (6) не будут работать.

$\Rightarrow$ $P_{пара} \cdot V_к = \nu_{вода} \cdot RT_к$, где $\nu_{воды} = \frac{m_{воды}}{M_{водя}}$ (т.к вся вода испарилась)

$P_{пара} = \frac{m_в}{M_в}\frac{RT_к}{V_к}$

и тогда $P_{пара} + P_2 = P_0 + \frac{Mg}{S}$ $\Rightarrow$

а $P_2 = \frac{\nu R T_к}{V_к}$, а $\nu R T_0 = \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right) V_0$

$\Rightarrow$ $P_{пара} = \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)\left(1 - \frac{V_0 T_к}{V_к T_0}\right)$

$\Rightarrow$ $\frac{m_в R T_к}{M_в V_к} = \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)\left(1 - \frac{V_0 T_к}{V_к T_0}\right)$

$$\frac{m_в R T_к}{M_в V_к \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)} = 1 - \frac{V_0 T_к}{V_к T_0}$$

$$\frac{V_0 T_к}{V_к T_0} = 1 - \frac{m_в R T_к}{M_в V_к \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)}$$

$$V_0 = \frac{V_к T_0}{T_к} - \frac{V_к T_0}{T_к}\left(\frac{m_в R T_к}{M_в V_к \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)}\right)$$

$\Rightarrow$ ~~$\Delta h = \frac{V_к - V_0}{S} = V_к\left(\frac{T_0}{T_к} - \frac{T_0 m_в R}{M_в ...}\right)$~~

$$V_0 = V_к \frac{T_0}{T_к} - \frac{T_0 m_в R}{M_в \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)}$$

при этом $V_0 = 0$ т.к прям под поршнем находилась вода изначально

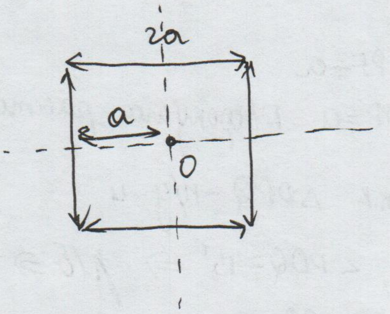
$\Rightarrow$ $V_к \frac{T_0}{T_к} = \frac{T_0 m_в R}{M_в (P_0 + Mg/S)}$ $\Rightarrow$ $V_к = \frac{T_к m_в R}{M_в (P_0 + Mg/S)}$

$\Rightarrow$ $h = \frac{V_к}{S} = \frac{T_к m_в R}{M_в (P_0 S + Mg)}$ Ответ:

$\Rightarrow$ $h = \frac{400 \cdot 9_2 \cdot 8{,}3}{\cancel{18}_2 (2 \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4}} = \frac{100 \cdot 8{,}3}{10^5 \cdot 10^{-2}} = \frac{100}{10^3} \cdot 8{,}3 = 0{,}83 м = \underline{83 см}$

6

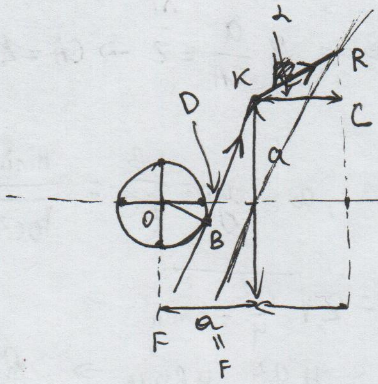
№ 5.3.1



Дано: четыре собирающие линзы одинаковые
диаметр $2a = 4{,}5$ см
в точке O пересекаются их оптические оси
фокус каждой линзы в точке O
в точку O помещают источник света сферической формы

R_{min} - ?. чтобы такая система излучала свет во всех направлениях.

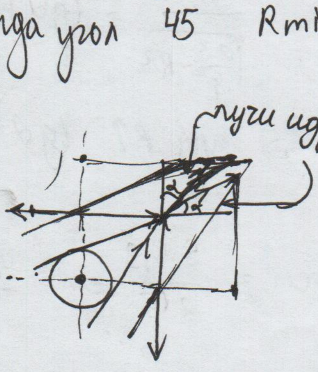
Решение: рассмотрим одну линзу и как выходят лучи там, проходя через неё



посмотрим как идет крайний луч
⇒ касательная из крайней точки линзы K к сферическому источнику в этой плоскости
→ построим как он идет дальше / луч ∥ BK через оптический центр
⇒ точка R - пересечение этого луча с фокальной плоскостью
⇒ KR - так идет луч BK пройдя через линзу

в остальных линзах все происходит симметрично ⇒ для того, чтобы свет распространялся во всех направления нужно чтобы угол $\alpha = \angle RKC = 45°$
т.к в другой линзе тоже пойдет под 45 и будет освещаться вся области
И когда угол 45 R_{min}, т.к $\alpha = 45$ - минимальный угол, когда в свет идет во всех направлениях.

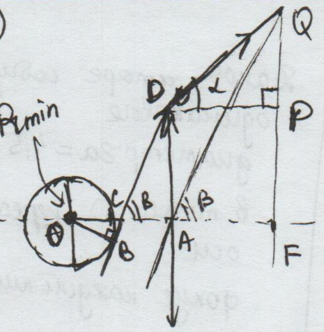
две линзы:



лучи идут под одинаковыми углами и для того чтобы вся область освещалась
$|2\alpha \geq 90° \Rightarrow \alpha \geq 45°|$

продолжение

№5.3.1 (Продолжение)



$\alpha = 45^\circ$

$\Rightarrow PF = a$

$DP = a = F$ (фокусное расстояние)

$\Rightarrow$ т.к $\triangle DPQ$ – п/у и

$\angle PDQ = 45^\circ \Rightarrow$ р/б $\Rightarrow$

$\Rightarrow QP = a$

$PF = a \Rightarrow QF = 2a$

$\Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{QF}{AF} = \frac{2a}{a} = 2$

$\angle OCB = \angle DCA = \angle QAF = \beta$

$\Rightarrow \frac{DA}{CA} = \operatorname{tg}\beta \Rightarrow \frac{a}{CA} = 2 \Rightarrow CA = a/2 \Rightarrow CO = OA - CA =$

$= a - a/2 = a/2$

$\Rightarrow OB = R_{min}$, а $\operatorname{tg}\beta = \frac{OB}{BC} = \frac{R_{min}}{\sqrt{OC^2 - R_{min}^2}}$

$\Rightarrow R_{min} = 2\sqrt{\frac{a^2}{4} - R_{min}^2}$

$R_{min}^2 = 4\frac{a^2}{4} - 4R_{min}^2 \Rightarrow 5R_{min}^2 = a^2$

$R_{min} = a/\sqrt{2}$

Отсюда так же видно, что с увеличением R α увеличивается, т.к

$\operatorname{tg}\beta = \frac{R}{\sqrt{\frac{a^2}{4} - R^2}} = \frac{QF}{AF} = \frac{QP + a}{a} = \frac{QP}{a} + 1$

а $\operatorname{tg}\alpha = \frac{QP}{a} \Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha + 1$

$\frac{R}{\sqrt{\frac{a^2}{4} - R^2}} = \operatorname{tg}\alpha + 1$

$\Rightarrow$ при $R\uparrow$ $\operatorname{tg}\alpha\uparrow$

Ответ: $R_{min} = a/\sqrt{5} = \frac{4{,}5}{2\sqrt{5}}$ см $= \frac{5 \cdot 0{,}9}{2\sqrt{5}}$ см $= \frac{0{,}9\sqrt{5}}{2}$ см $=$

$= 0{,}45 \cdot \sqrt{5}$ см $\approx 1{,}0125$ см ≈ 1 см Ответ $R_{min} \approx 1$ см

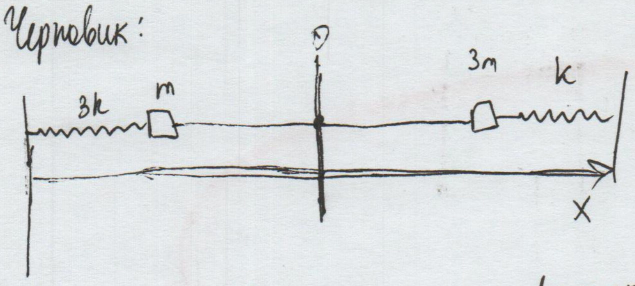
$\sqrt{5} \approx 2{,}25$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \times\ 45 \\ \hline 1125 \\ +\ 900\ \ \\ \hline 10125 \end{array}$$

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

Дешифр

Черновик:



$$\frac{100\cdot 10}{100\cdot 10^{-4}} = \frac{10^3}{10^2\cdot 10^{-4}} = \frac{10^3}{10^{-2}} = 10^5$$

$\Rightarrow \quad A_1 = \frac{L}{2} \quad \Rightarrow$ для первого груза

$x = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow x(0) = -L/2 \quad 2\cdot 10^5 \qquad \omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$

$\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right) =$

$\Rightarrow \frac{L}{2}\cos\varphi = -L/2$

$= \sin\left(\frac{3\pi}{4}\right) =$

$\cos\varphi = -1$

$\boxed{-\frac{L}{2}\cos\omega_1 t = \frac{L}{2}\cos\omega_2 t}$

$x = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \pi)$

$\Rightarrow -\cos\omega_1 t = \cos\omega_2 t$

$\cos\frac{\pi}{4} =$

$\Rightarrow \cos(\pi - \omega_1 t) = \omega_2 t$

пусть

$x = -\frac{L}{2}\cos\omega_1 t$

$\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)V_0 = \nu RT_0$

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

для второго: $x = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi_2)$

$\pi = t(\omega_1 + \omega_2) =$

$x(0) = \frac{L}{2} \Rightarrow x = \frac{L}{2}\cos\omega_1 t$

$\Rightarrow \pi = t\sqrt{\frac{k}{3m}} + \sqrt{\frac{3k}{m}} =$

в этот момент

$\Rightarrow \operatorname{tg}\omega_1 t = \sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{3m}{k}} =$

$\frac{L}{2}\cos\varphi_2 = L/2$

$= t\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{1}{\sqrt3} + \sqrt3\right) =$

$V_K = \frac{\nu RT_K}{p_K}$

$\cos\varphi_2 = 1$

$= \frac{3\pi}{4}$

$= t\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{1+3}{\sqrt3}\right) =$

$\nu RT_K = p_K\cdot V_K$

$2\cdot 10^5 \quad p_0 + mg/S$

$= t\sqrt{\frac{k}{m}}\,\frac{4}{\sqrt3}$

$\Rightarrow \nu RT_0 = \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)V_0$

$\frac{10^3}{100\cdot 10^{-4}} \quad 2\cdot 10^5$

пар не будет насыщенным

$t = \pi\frac{\sqrt{3m}}{4\sqrt{k}} = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{3m}{k}}$

$\frac{T_K}{T_0} = \frac{p_K V_K}{\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)V_0}$

$\frac{10^4}{10^2} = 10^5$

$p_K + \frac{m}{\mu}\frac{RT_K}{V_K} = p_0 + \frac{mg}{S}$

$\Rightarrow \frac{m}{\mu}\frac{RT_K}{V_K} = \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)\left(1 - \frac{T_K V_0}{T_0 V_K}\right) \Rightarrow$

$\frac{mg}{S} + p_0$

$2\cdot 10^5$

$\frac{mg}{S}$

$\frac{mRT_K}{\mu V_K\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)} = 1 - \frac{T_K V_0}{T_0 V_K}$

$100\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-2}$

$\boxed{\frac{T_K V_0}{T_0 V_K} = 1 - \frac{mRT_K}{\mu V_K\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)}}$

$\frac{100}{\frac{10^2\cdot 10}{10^{-2}}} \quad 10^5$

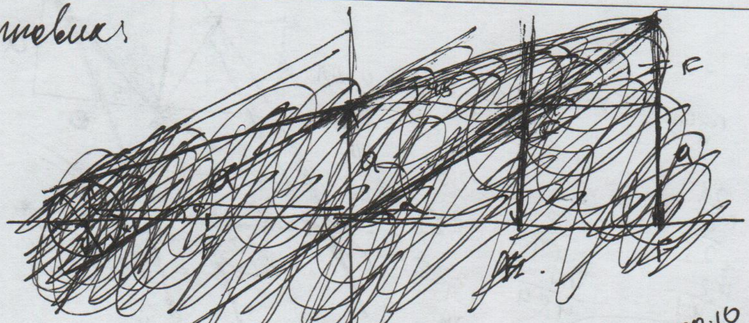
$V_0 = \frac{T_0 V_K}{T_K} - \frac{T_0 mR}{\mu\left(p_0 + mg/S\right)}$

$\Rightarrow$

3

ДЕШИФР

Черновик:



$\frac{3mu^2}{2} = \frac{k \cdot L^2}{4 \cdot 2}$

$u = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{3m}}$

$tg\,\alpha = \frac{a+F}{F}$ $\quad \frac{mg}{S} = \frac{100 \cdot 10}{100 \cdot 10^{-4}} = \cancel{100\;00}\;\cancel{100}\;\frac{10^3 \cdot 10^4}{10^2} = 10^3 \cdot 10^2 = 10^5 + 10^5 = 2 \cdot 10^5$

$F = a$ или $F =$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{b^2 - r^2}}{b}$

$\rightarrow N dt = m \cdot u - m\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$ $\quad u = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\sin\alpha = \frac{r}{b}$

$\Rightarrow \cancel{Ndt} = -3mu + 3m\sqrt{\frac{k}{3m}}\frac{L}{2}$ $\quad tg\,\alpha = \frac{a}{a-b}$

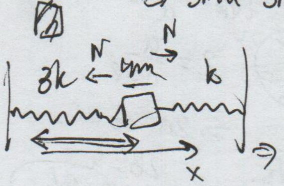
$\Rightarrow tg\,\alpha = \frac{r}{\sqrt{b^2 - r^2}} = \frac{a}{a-b}$ либо вопервых либо 10^5

$\Rightarrow 3mu - 3m\sqrt{\frac{k}{3m}}\frac{L}{2} = mu - m\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\Rightarrow ra - rb = a\sqrt{b^2 - r^2}$

$r^2a^2 - 2r^2ab + r^2b^2 = a^2b^2 - r^2a^2$

10^5 $\quad \frac{mg}{S}$ $\quad \boxed{\text{нет}}$ $\quad \boxed{V_0 \neq 0}$



$\frac{a}{a-b} = \frac{a+F}{F}$

$2mu = 3m\sqrt{\frac{k}{3m}}\frac{L}{2} - m\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$aF = a^2 - ba + aF - bF$ $\quad 2mu = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{3m^2k}{3m}} - m\frac{L}{2}\sqrt{3km}$

$b^2(a^2 - r^2) + 2r^2ab - r^2a^2 - r^2a^2$

$D_1 = r^4a^2 + 2r^2a^2(a^2 - r^2) = r^4a^2 + 2r^2a^4 - 2r^4a^2 = 2r^2a^4 - r^4a^2$

$\Rightarrow 4m\ddot{x} = -kx - 3kx$

$4m\ddot{x} + 4kx = 0$

$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

$-a^2 = ba - bF$ $\quad 2mu = 0$

$a^2 = ba + bF$ $\Rightarrow u = 0$

$b = \frac{a^2}{a+F}$

$\sqrt{D_1} = ra\sqrt{2a^2 - r^2}$

$\frac{mu^2}{2} = 10^{-3} \cdot 10(0{,}75) + 10^{-3} \cdot 1 +$

$b = \frac{-2r^2a + ra\sqrt{2a^2 - r^2}}{a^2 - r^2} = \frac{ra(\sqrt{2a^2 - r^2} - 2a)}{a^2 - r^2}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (1)

$\Rightarrow x = x_0\cos(\omega t + \varphi)$

$u = -x_0\omega\sin(\omega t + \varphi)$

$\sin\varphi = 0$

$\sin\varphi = \pm 1$

$tg\,\alpha = \frac{r}{\sqrt{b^2 - r^2}}$

$+ 0{,}25 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1 \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-3} \cdot 10}$

$10^{-2} \cdot 0{,}75 + 10^{-3} + 0{,}25 \cdot 10^{-2} =$

$\Rightarrow x(0) = 0$

$u\cos = 0$

$\Rightarrow x_0\cos\varphi = 0$

$x_0\omega\sin\varphi = 0$

$\cos\varphi = 0$

$\cancel{x_0 = 0}$ амплитуда нулевая

$\frac{a+F}{F} = \frac{r}{\sqrt{\left(\frac{a^2}{a+F}\right)^2 - r^2}}$

$(7{,}5 + 0{,}25 + 1)\;10^{-2}$

$\sqrt{a^2 + 2a^2 + 2a^2}$

$r = \frac{a^2}{a\sqrt{5}} = \frac{a}{\sqrt{5}}$

$\Delta h = \frac{V_k - V_0}{S}$

$1 - \frac{2{,}5}{2}$

$2 \cdot 8{,}75 \cdot 10$

$\frac{a^4}{(a+F)^2} - r^2 = \frac{r^2F^2}{(a+F)^2}$

$8{,}5 + 0{,}25$

$r^2\left(1 + \frac{F^2}{(a+F)^2}\right) = \frac{a^4}{(a+F)^2}$

$V_0 = \frac{V_k T_0}{T_k}\left(1 - \frac{p_{нп}}{p_0 + \frac{mg}{S}}\right)$

$\cancel{\sqrt{16 \cdot 10}}$

$\sqrt{2 \cdot 8{,}75 \cdot 10}$

$p_0 + \frac{mg}{S} = p_1$

в конце

$\frac{2 \cdot 8{,}75 \cdot 10^{-2}}{10^{-3}}$

$p_1V_0 = \nu RT_0$

$\frac{V_k}{S} = h$

$r^2 = \frac{a^4}{a^2 + 2aF + 2F^2}$

$\Rightarrow pV_k = \nu RT_k = \frac{p_1V_0}{T_0} \cdot T_k$

$(V_k - V_0)$

$r = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 + 2aF + 2F^2}}$

$V_k = \frac{\nu_{В} RT_k}{p_{н.п}}$

$p_{н.п} \cdot V_k = \nu_{В} RT_k$

$tg\,\alpha = \frac{Eq}{mg}$

$p_{нп} + p = p_0 + \frac{mg}{S}$

$\frac{V_0T_k}{T_0V_k} = 1 - \frac{p_{нп}}{p_0 + mg/S}$

$p_{нп} + \frac{p_1V_0}{T_0V_k}T_k = p_0 + \frac{mg}{S}$

$p_{нп} + \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)\frac{V_0T_k}{T_0V_k} = p_0 + \frac{mg}{S}$

$\left(1 - \frac{V_0T_k}{T_0V_k}\right)$

$\frac{\cancel{T_0V_k} - V_0T_k}{T_0V_k} =$

$\frac{mu^2}{2} = mg(R - r + r\cos\alpha) +$

$+ qE(R + r\sin\alpha)$

$p_{нп} = \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)\left(1 - \frac{V_0T_k}{T_0V_k}\right)$

$\Delta h = \frac{1}{S}V_k\left(1 - \frac{T_0}{T_k}\left(1 - \frac{p_{нп}}{p_0 + \frac{mg}{S}}\right)\right)$

$\frac{mu^2}{2} = mg(R - r) + qER + r(mg\cos\alpha + qE\sin\alpha)$

$\frac{p_{нп}}{p_0 + mg/S} = 1 - \frac{V_0T_k}{T_0V_k}$

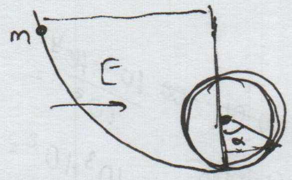
$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\alpha}} =$

$\frac{mu^2}{2} = mg(R - r) + qER + r\sqrt{(Eq)^2 + (mg)^2}$

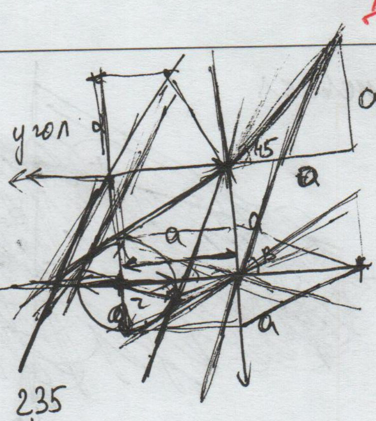
$\frac{mg}{\sqrt{E^2q^2 + m^2g^2}}$

ДЕШИФР

Черновик:



пусть max когда на угол α



21×21: $21 + 42 = 441$

22×22: $44 + 44 = 484$

23: 529

225

24×24: $96 + 48 = 576$

235

$R - r(1-\cos\alpha) = R + r\cos\alpha - r$

$mg(R + r(\cos\alpha - 1)) + E\cdot(R + r\sin\alpha) = \frac{mv^2}{2}$

$\sin\beta = \frac{r}{b}$

$\sin\beta = \frac{a}{\sqrt{a^2-(a-b)^2}} =$

$\Rightarrow (mgr\cos\alpha)' + (Er\sin\alpha)' = 0$

$-mgr\sin\alpha + Er\cos\alpha = 0$

$\operatorname{tg}\beta = \frac{a}{a-b}$ (1)

$2{,}5$

23×23: $69 + 46 = 529$

$\sqrt{5{,}5} =$

$= \sqrt{6{,}25}$

$mgr\sin\alpha = Er\cos\alpha$

$\operatorname{tg}\alpha = E/mg$

$\operatorname{tg}\beta = \frac{2a}{a} = 2$

$2 = \frac{a}{a-b}$

24

$p_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{m}{M}\frac{RT_k}{kS} \Rightarrow h = \frac{mRT_k}{\mu S ...}$

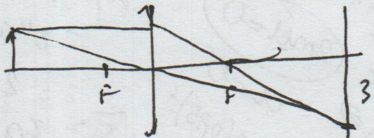
$r = a/\sqrt{5}$

$\Rightarrow 2a - 2b = a$

$\frac{r}{a} = \frac{2}{\sqrt{5}}$

$2b = a$

$b = a/2$



$\frac{a}{b} = \frac{h}{3h}$

$\frac{3}{3a} + \frac{1}{3a} = \frac{1}{F}$

$\frac{a}{b} = 1/3 \Rightarrow b = 3a$

$\frac{4}{3a} = \frac{1}{F}$

$\sin\beta = r/b$

$\frac{9}{18}$ моль

$0{,}5$ моль

$0{,}5 \cdot RT_k$

$273 + 127 = 400$

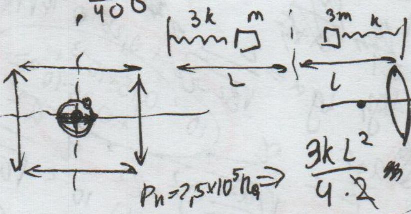
$4a = L = 80$

$a = 20$ см

$\frac{4}{3\cdot 20\text{ см}} = \frac{20}{3}$

$\frac{4}{3\cdot 20\cdot 10^{-2}}$

$\frac{\sin\beta}{\sqrt{1-\sin^2\beta}} = \operatorname{tg}\beta$



$p_H = 2{,}5\times10^5$ Па $\Rightarrow$

$\frac{3kL^2}{4\cdot 2} = \frac{mv^2}{2}$

$\frac{4\cdot 100}{3\cdot 20}$

$\Rightarrow \frac{\sin^2\beta}{1-\sin^2\beta} = \operatorname{tg}^2\beta$

$\sin^2\beta = \operatorname{tg}^2\beta -$

$\sin^2\beta(1+\operatorname{tg}^2\beta) = ...$

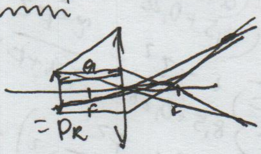
$3k$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{3kL^2}{4m}}$

$v_1 = L\sqrt{\frac{3k}{4m}}$

$\sin\beta = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\beta}}$

№ 2.9.1.



$\frac{Mg}{S} + p_0 = p_K$

$\frac{k\cdot L^2}{4\cdot 2} = \frac{3mv^2}{2}$

$v = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{3m}}$

$\sin\beta = \frac{2}{\sqrt{4+1}} =$

$\nu_B \cdot RT_K = p_H \cdot V$

$m\cdot\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}} - \frac{L}{2}\cdot 3m\sqrt{\frac{k}{3m}} = 4mu$

$\frac{2}{\sqrt{5}}$

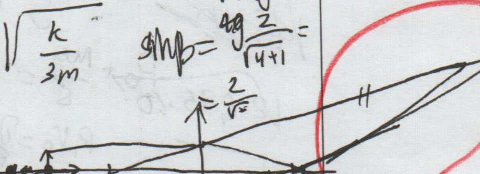
$\Rightarrow p_H = \frac{Mg}{S} + p_0 \longrightarrow$ будет воздух

надо путь там будет воздух

$4mu = m\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}} - \frac{L}{2}m\sqrt{3k} = 0$

$\frac{L}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{3m}}$



$\nu RT_0 = \frac{Mg}{S}\cdot V_0$

$u = 0$

$V_K \cdot p_H = \nu_B \cdot RT_K$

$p_K \cdot V_K = \nu RT_K$