0070647420004

07-06-47-42
(2.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения г. Москва

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Пирогова Глеба Константиновича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышел 12:39 вернулся 12:41

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик

$\frac{2}{d} = \frac{1}{F}$

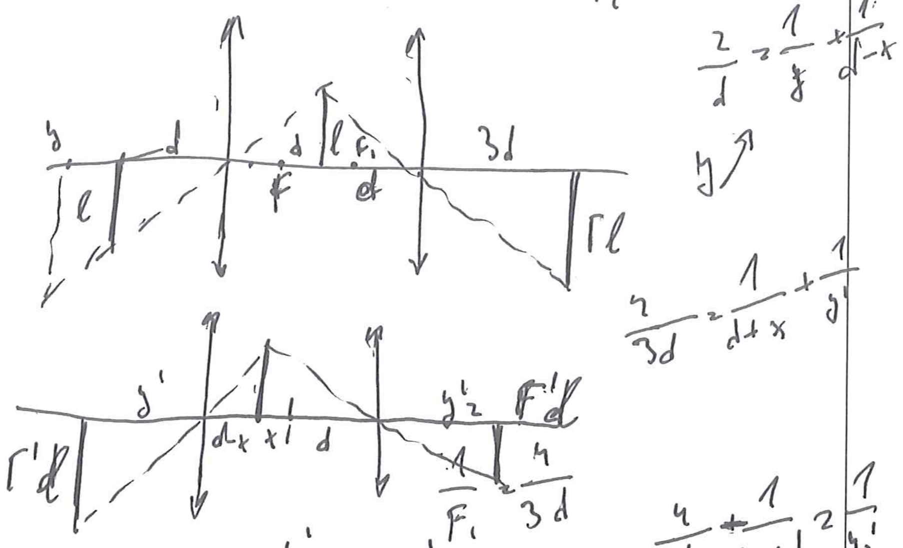
$F_1 = \frac{d}{2}$

$2m \cdot \ddot{x} = -kx$

$\ddot{x} = -\frac{k}{2m}$

$x = A(\sin \omega t)$

$\dot{x} = (A\omega)\cos \omega t$



$\frac{2}{d} = \frac{1}{y} + \frac{1}{d-x}$

$\frac{4}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{y'}$

$\frac{4}{3d} + \frac{1}{x+d} = \frac{1}{y_2'}$

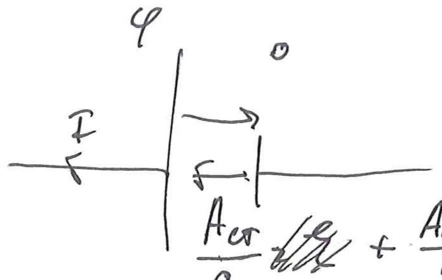
$\frac{2}{d} = \frac{1}{y_1'} + \frac{1}{d-x}$

$\frac{2}{d} + \frac{1}{x-d} = \frac{1}{y_1'}$

$\frac{1}{y_2'} = \frac{4(x+d)-3d}{3d(x+d)}$

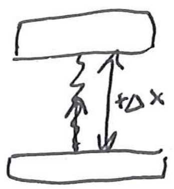
$\Gamma' = \frac{y_1'}{d-x} = \frac{y_2'}{d+x}$

$\frac{d+x}{d-x} =$



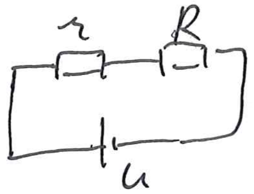
$\frac{A_{ст}}{q} + \frac{A_{эл}}{q} = U$

$kx = mg$



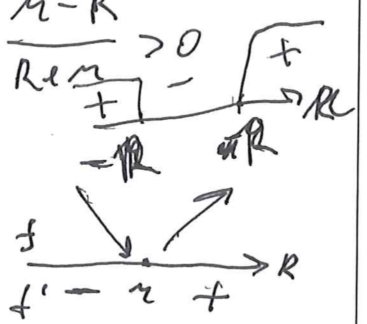
$mgh = \frac{kx^2}{2} + 2mgx$

$1 > \frac{2R}{R+r}$



$R+r - 2R$

$\frac{r-R}{R+r} > 0$



$P = \frac{U^2 R}{(R+r)^2}$

$\frac{dP}{dr} = \frac{UR \cdot 2(R+r)}{R}$

$P = I_R^2 \cdot R = \frac{U^2 R}{(R+r)^2}$

$\frac{0,5}{2,25} = \frac{1}{4}$

$\frac{dP}{dR} = \frac{U^2}{(R+r)^2} + \frac{U^2 R \cdot (-2)}{(R+r)^3} = \frac{U^2}{(R+r)^2}\left[1 - \frac{2R}{R+r}\right] = 0$

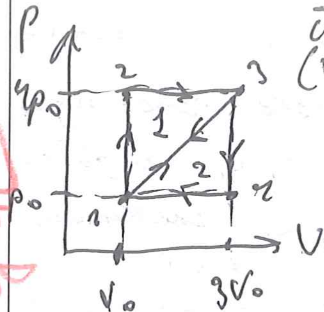
$r = R$

07-06-47-42

(2.6)

Задача	1	2	3	4	5	Σ
	3	20	20	18	20	81

Задача №2; 2.2.



$i = 3$ (одноатомный)

①: $A_1 = A_2$ — работы в обоих процессах равны, т.к. площади образованных процессов равны ($A = \oint\limits_{цикл} p\,dV$)

②: КПД опред. как: $\eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = [Q_+ - Q_- = A] = \frac{A}{Q_+}$ — поэтому для отношения КПД процессов надо рассчитать подведённое в каждом процессе тепло.

①: $Q_+ =$ (подводимая на 1-3)

$= \Delta U_{13} + A_{23}$ (процесс 1-2 изохор $\Rightarrow A_{12} = 0$)

$= \frac{i}{2}\nu R(12T_0 - T_0) +$

$+ 8p_0V_0 =$

$= \frac{11i}{2} \cdot p_0V_0 + 8p_0V_0 = \left(\frac{33}{2} + 8\right)p_0V_0 = 24,5p_0V_0$

②: тепло подводится на 1-3:

$Q_+' = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{p_0 + 4p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{i}{2}\nu R(12T_0 - T_0) =$

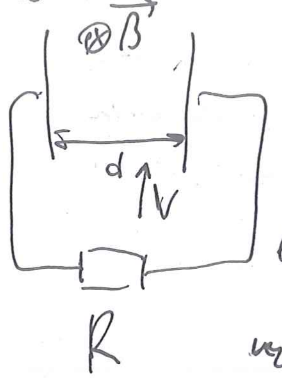
$= 5p_0V_0 + \frac{33}{2}\nu R T_0 = \left(5 + \frac{33}{2}\right)p_0V_0 = 21,5p_0V_0$

• применялось ур. сост.: $\underbrace{p_0V_0 = \nu R T_0;\ 4p_0 \cdot 3V_0 = \nu R \cdot T'}_{T_3 = 12T_0}$

• $\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{A_2}{Q_+'}}{\frac{A_1}{Q_+}} = \frac{Q_+}{Q_+'} \Leftrightarrow \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{24,5\cancel{p_0V_0}}{21,5\cancel{p_0V_0}} = \frac{49}{43}$

Ответ: $\frac{49}{43}$.

Задача 3.3.2.



Т.к. между пластинами создан поток проводящей жидкости, то на заряженные движущиеся частицы будет действовать сила Лоренца, способствующая дрейфу этих частиц к пластинам, ~~...~~ (~~...~~ к каким зависит от заряда) чем создаётся разность потенциалов между пластинами и в цепи течёт ток; стоит отметить, что такой источник нельзя считать идеальным и он имеет своё сопротивление.

Пусть напряжение — U; а внутр. сопр-е r; тогда ток в цепи по закону Ома: $I = \frac{U}{R+r}$; а мощность на резисторе: $P = U_R \cdot I = I^2 R = \frac{U^2 R}{(R+r)^2}$, по усл. $P_m = P_R$ — максимально возможно; тогда найдём каким должно быть соотношение R и r, чтобы $P_R = P_m$;

$$\frac{dP}{dR} = \frac{U^2}{(R+r)^2}\left(1 - \frac{2R}{R+r}\right) = 0 \text{ при } R = r \Rightarrow \text{ при } r \equiv R$$

+

$$P_R = P_m = \frac{U^2}{4R}; \quad U = \frac{A}{q} \text{ (по определ.)} \Rightarrow U = \frac{F_л \cdot d}{q} = vdB$$

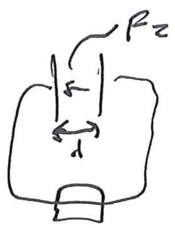
(сила Лоренца переносит заряды)

$$P_m = \frac{v^2 d^2 \cdot B^2}{4R} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{4RP_m}{v^2 d^2}} = \frac{2}{vd}\sqrt{P_m \cdot R}$$

+ 20

$$B = \frac{2}{10\frac{см}{с} \cdot 40см}\sqrt{10^{-3}Вт \cdot 0{,}4Ом} = \frac{2}{4 \cdot 0{,}01} \cdot 10^{-2} \cdot 2 = 1Тл$$

Ответ: 1 Тл



$F = qvB$

$PR = U^2$

$U = Ed$

$U = \frac{A}{q} = \frac{qvB \cdot d}{q} = vdB$

$F =$

$dq = q\frac{dl}{d}$

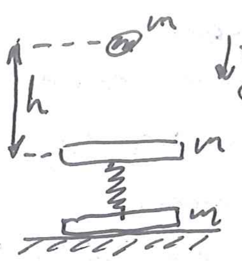
$dA = F_л \cdot$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

07-06-47-42
(2.6)

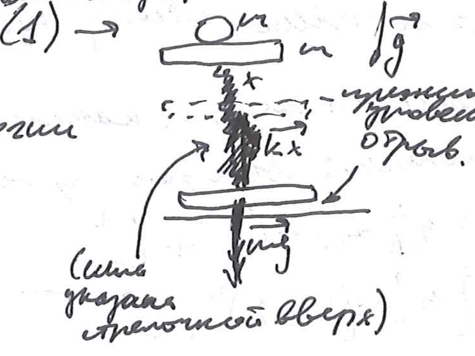
Задача 1.1.2.



Гармоническими называют колебания, ~~когда~~ чьё ур. движения имеет вид: $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ и последующее решение (1) в виде гармонических функций, в ~~от~~ нашем случае очевидно есть граничный случай, когда система грузы + пружина оторвётся от ~~земли~~ поверхности и продолжит колебания, но уже негармонически!, то есть нужно найти условие, при котором система не отрывается от поверхности:

импульс при ударе ???

- $kx > mg$ условие отрыва нижнего тела, где x – сжатие пружины. ($kx = mg$ – гранич. сл.)
- в граничном случае в момент, когда нижний груз отрывается, а шарик и брусок поднялись на x, их скорости можно считать нулевыми, (опять таки гранич. слу.) ЗСЭ:



$$\begin{cases} mgh = \dfrac{kx^2}{2} + 2mgx, \\ kx = mg; \end{cases}$$

(изменение потен. энергии нижнего не считаем, т.к. гр. случай)

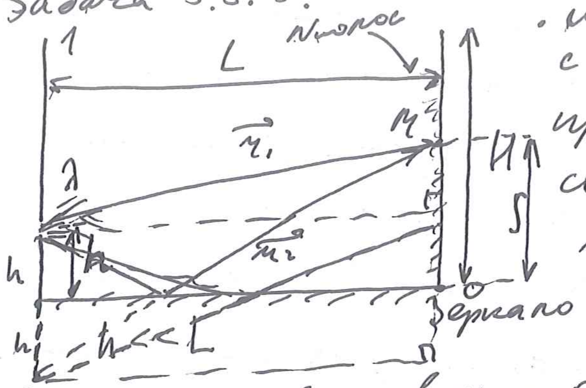
$$mgh = \frac{k}{2}\cdot\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + 2mg\cdot\frac{mg}{k} =$$

$$= \frac{(mg)^2}{k}\left(\frac{1}{2} + 2\right) = \frac{5}{2}\frac{(mg)^2}{k}$$

$$h_{max} = \frac{5}{2}\frac{mg}{k}; \quad h_{max} = \frac{5}{2}\cdot\frac{0{,}1\,кг\cdot 10\,\frac{м}{с^2}}{100\,\frac{Н}{м}} = 0{,}025\,м = \boxed{2{,}5\,см}$$

Ответ: $\underline{2{,}5\,см = h_{max}}$

Задача 5.8.2.



• источник прикрыт экраном с щелью, через которую проходит монохроматический свет (распространяясь во все стороны), некоторые лучи не отразятся от зерк. и дальше пойдут к экрану, будут интерферировать с другими лучами; причём (лучи когерентны) зеркало со своими отражёнными лучами создают мнимый источник, расположенный симметрично действительному (значит система эквивалентна обычной с двущелевым экраном); Если на экране N полос — значит N раз выполнилось условие максимумов ($\Delta d = k\lambda$, где $k \in \mathbb{Z}$; Δd - разность хода лучей, λ - длина волны); +

• как уже написано ранее система эквивалентна обычной схеме с двущелевым экраном, (расстояние между щелями которого также $2h$):

рассчитаем на каком расстоянии S от точки O находятся полосы: выберем произвольную точку M на экране:

$$\begin{cases} r_1^2 = (S-h)^2 + L^2, \\ r_2^2 = (S+h)^2 + L^2; \end{cases} \text{— Т. Пифагора} \quad +$$

вычтем:

$$r_1^2 - r_2^2 = (S-h)^2 - (S+h)^2 \Leftrightarrow (r_1 - r_2)(r_1 + r_2) = (\cancel{S} - h - \cancel{S} - h)\cdot(S \cancel{-h} + S \cancel{+h})$$

$$\begin{cases} r_2 - r_1 = \Delta d \quad (h << L, \\ r_1 + r_2 = 2L \quad S << L) \\ (r_2 - r_1)(r_1 + r_2) = 2h \cdot 2S \end{cases} \Leftrightarrow \Delta d = \frac{2h \cdot S}{L}, \ \Delta d = k\lambda \text{ - усл. макс.} \quad +$$

$$S = \frac{k\lambda L}{2h}, \ S_N = H \text{ (по усл.}$$

(N полос на экране) $k = N$

$$H = \frac{N\lambda L}{2h} \Leftrightarrow L = \frac{2hH}{N\lambda} \quad +$$

$$L = \frac{2 \cdot 10^{-3}\,\text{м} \cdot 0{,}05\,\text{м}}{100 \cdot 0{,}5\,\text{м} \cdot 10^{-6}} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 5}{10^{2} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}\,\text{м} = 1\,\text{м} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ предположения $S << L$ верно

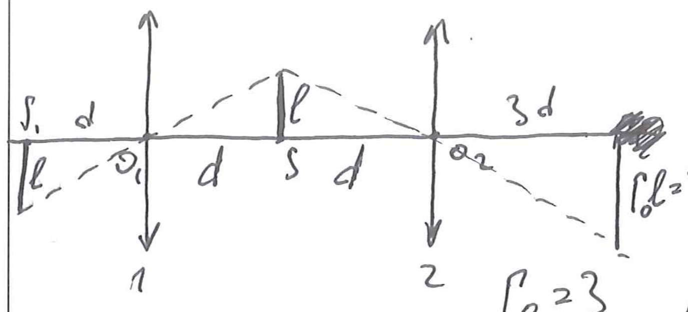
Ответ: 1 м +

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

07-06-47-42
(2.6)

Задача 8.2.



$O_1S = O_2S = d$ (поуел. изначально стержень посередине линз)

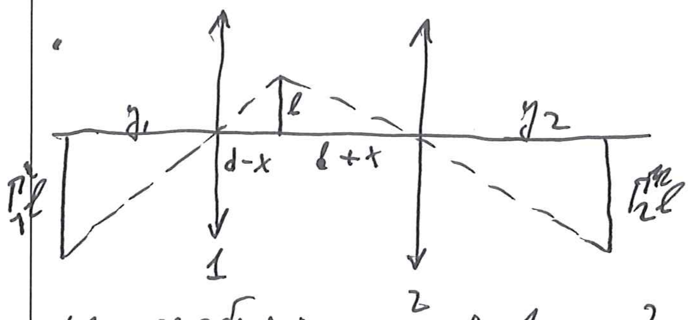
линзы тонкие:

$$\begin{cases} \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{2}{d} \text{ — для 1 линзы} \\ \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d}; \text{ для 2-ой} \end{cases}$$

Пусть стержень сдвинули ко 2 линзе на x, тогда

$$\begin{cases} \frac{4}{3d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{y_2}, \\ \frac{2}{d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{y_1}; \end{cases}$$

отсюда видно, что первая линза уменьшит, а вторая еще больше увеличит $\Rightarrow$ стержень двигают к 1 линзе



$\Gamma_1 = \Gamma_2 = \Gamma$ — увеличения одинаковы

+

из подобия:

$$\begin{cases} \frac{y_1}{d-x} = \Gamma_1 \\ \frac{y_2}{d+x} = \Gamma_1 \end{cases}$$

линзы тонкие:

$$\begin{cases} \frac{2}{d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{y_1}, \\ \frac{4}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{y_2}; \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{y_1} = \frac{2}{d} + \frac{1}{x-d} = \frac{2(x-d)+d}{d(x-d)} = \frac{2x-d}{d(x-d)} \\ \frac{1}{y_2} = \frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x} = \frac{4(d+x)-3d}{3d(d+x)} = \frac{d+4x}{3d(d+x)} \\ \frac{y_1}{y_2} = \frac{d-x}{d+x}; \end{cases}$$

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{\cancel{d(x-d)}}{-2x+d} \cdot \frac{d+4x}{3\cancel{d(d+x)}} = \cancel{\frac{d-x}{d+x}}$$

$d + 4x = 3(d-2x)$

$d + 4x = 3d - 6x$

$2d = 10x$

$d = 5x$

$d = 25$ см

Ответ: ~~d~~ 25 см

нет букв. ответа

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

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