0 636020 370009

63-60-20-37
(3.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по физике

Верждановa Ивана Алексеевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик

$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{m}}$

$y = A\cos(wt)$ ... гармоника!

$v = 0$

$B\int V dt = n V q B$

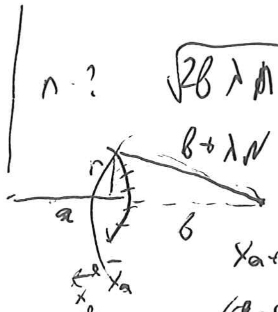
$\mathcal{E}_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = B d V$

$\mathcal{E} = BV$

$\sqrt{2B\lambda N} = r$

$B + \lambda N$

$r =$ полож. с $\frac{\lambda}{2}$ через.



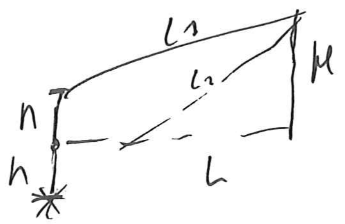
$x_a + x_b = \frac{\lambda N}{2}$ $\quad x_b = \frac{B^2}{2B}$

$(a - x_a)^2 + r^2 = a^2$

$\mathcal{E} = \frac{w d t R^2}{2} B$ $\quad x_a = \frac{r^2}{2a}$ $\quad r^2\left(\frac{1}{2a} + \frac{1}{2b}\right) = \frac{\lambda N}{2}$

$\frac{\alpha R^2}{2a}\pi = \frac{\alpha R^2}{2}$

$\mathcal{E} = E dx = \int B w x dx$



1 мкм $= 10^{-6}$ м

1мм $= 10^{-3}$ м

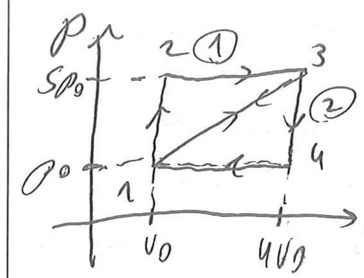
1мкм $\cdot 10^3 = 10^{-3}$ м

$L_2 - L_1 = \frac{1}{2L}\Delta l$

63-60-20-37 (3.2)

Чистовик

№2.2.3



По определению КПД:

$\eta = \frac{A_{цикл}}{Q_+}$, где $A_{цикл}$ – работа газа за цикл и может быть найдена как площадь внутри цикла и домноженная на размерный коэффициент; Q_+ – полученное тепло в цикле:

$A_1 = \frac{1}{2}(5p_0 - p_0)(4V_0 - V_0) = 6p_0V_0$

$A_2 = A_1$ из наложения площади под графиком

Запишем закон Клайперона – Менделеева:

$pV = \nu RT$ если $p = const$ (и ν): $pdV = \nu R dT$; если $V = const$ (и ν) $Vdp = \nu R dT$ $\quad i = 3$ – одноатомный

Запишем 1 закон Термодинамики:

$Q = A_{газа} + \Delta U$ $\quad$ в изохоре $Q_V = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$; в изобаре: $Q_p = \frac{i+2}{2}\nu R \Delta T$

$\partial Q = dA_{газа} + dU$ (аналогичные выкладки можно написать для обратного процесса)

в процессе 1–3 dA газа в $\forall$ момент времени > 0, как и dU (тк p увеличивается, как и V увеличивается) $\Rightarrow$ в 1 цикле тепло получается на 1–2 и 2–3:

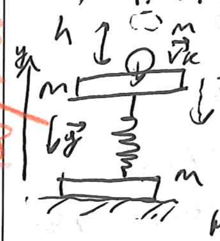
$Q_{1+} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\cdot 4p_0V_0 + \frac{5}{2}\cdot 5\cdot 3p_0V_0 = \frac{87}{2}p_0V_0$

$|Q_{2+}|$ (в процессах 3–4 и 4–1 убывает T (из Клайперона-Менделеева), значит там будет $Q < 0$)

$|Q_{1-}| = Q_{1+} - A_1 = \frac{75}{2}p_0V_0$

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{A_2}{Q_{2+}}}{\frac{A_1}{Q_{1+}}} = \frac{Q_{1+}}{Q_{2+}} = \boxed{\frac{87}{75}}$ ← Ответ на задачу

№1.1.3



найдём скорость пластилина перед ~~отскоком~~ прилипанием

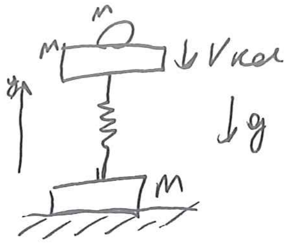
$V_K = \sqrt{2gh_{max}}$ из закона сохранения энергии

за $dt \to 0$ влиянием сил можно пренебречь во время прилипания: Закон сохранения импульса на OY: $mV_K = (m+m)V_{кон}$ $\quad V_{кон} = \frac{V_K}{2}$

1	20
2	20
3	12
4	18
5	4
Σ	74

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

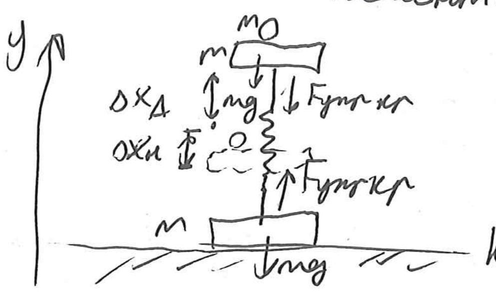
№ 1.1.3 (продолжение) Чистовик



Колебания будут гармоническими, если нижний брусок не будет отрываться от Земли, так как иначе тогда будет сложное движение, которое отличается от гармонических колебаний! условие не отрыва нижнего бруска от земли: $F_{упр\,y} \le mg$ ← для нижнего бруска из II з. Ньютона

Максимальная высота соответствует тому, что когда брусок + пластилин находится в верхнем положении они почти отрывают брусок (нижний) от земли.

нарисуем этот момент:



Δx_A – амплитудное удлинение пружины

$F_{упр\,кр} = mg$ (из II з. Ньютона), так как нижний груз почти отрывается

$k\Delta x_A = mg$ ← из определения силы упругости $\quad \Delta x_A = \frac{mg}{k}$ +

Вначале удлинение было тоже Δx_a ($\Delta x_H = \Delta x_a$) (так как брусок был в покое: $k\Delta x_H = mg$), но пружина была сжата, а тут растянута

Запишем Закон Сохранения энергии для начала колебаний и для верхнего положения! (у системы $E = const$) (пишем энергию бруска + пластилина) (0 энергии потенциальной вначале пусть)

$$2\frac{mV_{кол}^2}{2} + \frac{k\Delta x_H^2}{2} = \frac{k\Delta x_a^2}{2} + 2mg(\Delta x_a + (+\Delta x_H))$$

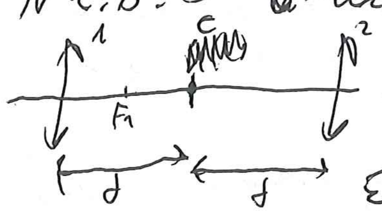
$$V_{кол}^2 = g \cdot 2\Delta x_a = \frac{4mg^2}{k}$$

$$\shortparallel$$

$$\frac{2gh_{max}}{4}$$

$$k = \boxed{\frac{8mg}{h_{max}}} = \frac{8 \cdot 0{,}1 \cdot 10}{0{,}08}\,\frac{Н}{м} = \boxed{100\,\frac{Н}{м}} \leftarrow \text{Ответ на задачу}$$ +

№ 4.8.3 C – источник (стержень)



у линз фокусы F_1 и F_2

Из условия ясно, что $F_1 < d$ и $F_2 < d$, так как изображения действительны

Если увеличения у 1 линзы нет, то $|\Gamma_1| = 1$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

63-60-20-37 (3.2)

№4.8.3 (продолжение) Черновик

Раз "увеличение" первой (по модулю) равно 1, то изображение и предмет симметричны линзе: $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F}$ ← формула тонкой линзы

← действительное изображение

$a=2F$ ← для первой линзы

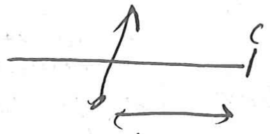
$a_1=d \Rightarrow F_1=\frac{d}{2}=12{,}5$ см

для второй линзы: $\Gamma=\frac{b_2}{a_2}$ (модуль Γ везде!). Формула тонкой линзы: $\frac{1}{a_2}+\frac{1}{\Gamma a_2}=\frac{1}{F_2}$

$a_2=d$.

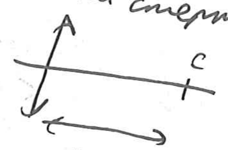
$$F_2=\frac{1}{\frac{1}{d}+\frac{1}{\Gamma d}}=\frac{d}{1+\frac{1}{F}}=\frac{\Gamma d}{\Gamma+1}$$

Рассчитаем увеличение во втором случае ($\Gamma_{11}=\Gamma_{22}=\Gamma_x$) для 1 линзы 2 случая, куда сместим стержень:



$d-x$

или



$d+x$

посчитаем Γ_x:

$$\frac{1}{d-x}+\frac{1}{b(d-x)}=\frac{1}{F} \quad \text{или} \quad \frac{1}{d+x}+\frac{1}{b(d+x)}=\frac{1}{F}$$

$$\Gamma_x=\frac{b(d-x)}{d-x} \qquad \Gamma_x=\frac{b(d+x)}{d+x}$$

+

$$\frac{1}{0{,}2м}+\frac{1}{b(d-x)}=\frac{1}{0{,}125м}$$

$$b(d-x)=\frac{1}{3}м$$

$$\Gamma_x=\frac{10}{6}=\frac{5}{3}$$

+

$$b(d+x)=\frac{1\,м}{8-\frac{10}{3}}=\frac{3}{14}м$$

$$\Gamma_x=\frac{10}{14}$$

найдём фокус второго из формулы: $F_2=\frac{\Gamma_x a_2}{\Gamma_x+1}$

$$F_2=\frac{0{,}3м\cdot\frac{5}{3}}{8/3}=\frac{3}{16}м \quad \text{или} \quad F_2=\frac{0{,}2м\cdot\frac{10}{14}}{\frac{24}{14}}=\frac{2}{24}м=\frac{1}{12}м$$

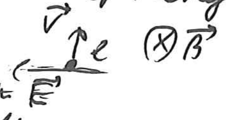
$$\Rightarrow \frac{\Gamma}{\Gamma+1}=\left[\begin{array}{l}\frac{3}{4}\\ \frac{1}{3}\end{array}\right. \Rightarrow \Gamma=\left[\begin{array}{l}3\\ \frac{1}{2}\end{array}\right.$$ ← Ответ на задачу

+

Нет ответа в общем виде

№3.3.3

В начале тока не будет, но потом установится какой-то ток такой (и заряд на конденсаторе), что силы перпендикулярно пластинам не будет.



$F_Л=Bv|e|$ $\quad$ Π_3. Ньютона на ось ⊥ пластинам

$F_{эл}=E|e|$ $\quad$ $F_Л=F_{эл}$

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

№3.3.3 (продолжение) Чистовик

$\Rightarrow E = Bv \Rightarrow U_{конд} = \Sigma E dx = E \cdot d$ ← к разности потенциалов, между пластинами

$U_{конд} = IR$ из II закона Кирхгофа

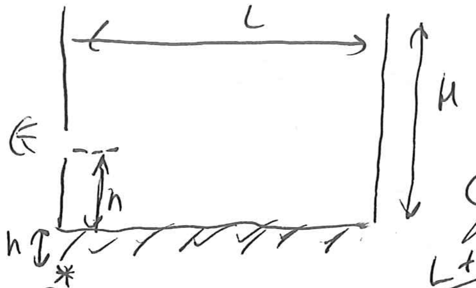
Нет внутр. сопротив

$I = \frac{U_{конд}}{R} = \frac{Ed}{R} = \frac{Bvd}{R}$

$P_м = I^2 R = \frac{B^2 v^2 d^2}{R}$

$\underbrace{v = \frac{\sqrt{P_м R}}{Bd} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \frac{м}{с}}{1 \cdot 0,4} = \frac{2}{40} \frac{м}{с} = \boxed{0,05 \frac{м}{с}}}_{\text{ответ на задачу}}$

№5.8.3



Полосы определяются тем, что разность длин от полос до щели составляет $\frac{\lambda}{2}$ (Из свойств интерференции) —

~~тогда сверху N − n полос~~ ~~учтем, что λn << L~~

~~Запишем теорему Пифагора для верхней и нижней частей~~

~~Если отражается от зеркала, то разность длин λ/2~~

~~$(L + \frac{\lambda}{2}(N-n))^2 = (H-h)^2 + L^2$~~

~~$(L + \frac{\lambda}{2} n)^2 = L^2 + h^2$~~

Систему можно представить как 2 когерентных источника

будем считать h малым очень!

почему?

(Если отражается от зеркала, то разность длин смещ. $\lambda/2$)

↓ (из выше)

$L_2 - L_1 = N \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2}$

$L_1^2 = L^2 + (H-h)^2$

$L_2^2 = L^2 + (H+h)^2$

$L_1^2 - L_2^2 = (L_1 - L_2) \cdot (L_1 + L_2)$ ← $\approx 2L$

$L_2 - L_1 = \frac{4hH}{2L} = \frac{\lambda}{2}(N+1)$?

$h = \frac{L}{4H}\lambda(N+1) = 5 \cdot 201 \cdot 0,5$ мкм $= 1005 \cdot 0,5$ мкм $= 5025 \cdot 10^{-7}$ м $=$

$\approx \boxed{0,5 \text{ мм}}$ ← ответ на задачу —