



0 044262 880000

04-42-62-88

(66.24)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов» по физике
название олимпиады

по Физике профиль олимпиады

Шишериновой Марии Анатольевне
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Шишерин

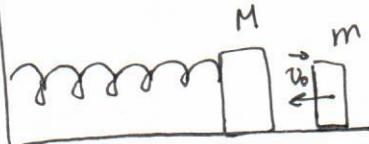
№1

$$n = \frac{M}{m} - ?$$

$$t_1 = \frac{2}{3} T$$

 $M; m$

Do удара



После упр. удара:

удар упругий \Rightarrow вспомогатель ЗСУ и ЗСЭ:

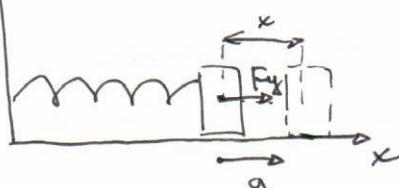
$$\text{ЗСУ: } p_1 = p_2 + p_3$$

$$\text{Оx: } -mv_0 = mv_2 - Mv_1$$

$$Mv_1 = m(v_2 + v_0) \quad (1)$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} \Leftrightarrow m v_0^2 = M v_1^2 + m v_2^2 \quad (2)$$

Рассмотрим движение бруска:

II З-Н Начало: $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

$$\vec{F}_y = M \vec{a}; \text{ Оx: } F_y = Ma$$

$$-kx = Ma \Leftrightarrow Ma + kx = 0$$

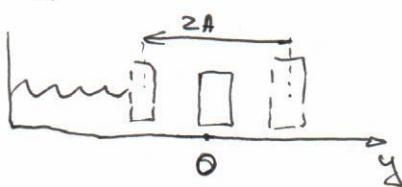
$$a + \frac{k}{M} x = 0; a = \ddot{x} \quad (\text{2 координата изменилась по времени})$$

!!

Уравнение колебаний: $\ddot{x} + \omega^2 x = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{M} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \frac{2\pi}{T}$

$$y = -A \sin \omega t; \quad 0 - \text{место удара брусков}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$



за время t брускок массой m

будет иметь кординату $y_1 = v_2 t$,

брюскок массой M будет иметь

кординату $y_2 = -A \sin \omega t$,

$$\frac{M v_1^2}{2} = \frac{k A^2}{2} \Rightarrow A = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$y_2 = -v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin \left(\sqrt{\frac{2\pi}{T}} \cdot \frac{2\pi}{3} t \right) = -v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin \frac{4\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_1 \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$y_1 = v_2 \cdot \frac{2}{3} T = v_2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

+ k. бруски движутся друг друга их кординаты равны

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$y_1 = y_2 \Leftrightarrow \frac{4\pi}{3} M v_2 \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_1 \sqrt{\frac{M}{K}} \Leftrightarrow 8\pi v_2 = 3\sqrt{3} v_1$$

$$v_2 = \frac{3\sqrt{3}v_1}{8\pi}$$

$$\begin{cases} M v_1 = m(v_2 + v_0) \\ M v_1^2 = m(v_0^2 - v_2^2) \end{cases} \Rightarrow v_1 = v_0 - v_2$$

$$v_1 = v_0 - \frac{3\sqrt{3}v_1}{8\pi} \Rightarrow v_1 = \frac{8\pi v_0}{8\pi + 3\sqrt{3}}$$

$$v_2 = \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \cdot \frac{8\pi \cdot v_0}{8\pi + 3\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3}v_0}{8\pi + 3\sqrt{3}}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{1}{v_2 + v_0} = \frac{1}{\frac{8\pi v_0}{(8\pi + 3\sqrt{3})} + \left(\frac{3\sqrt{3}v_0}{8\pi + 3\sqrt{3}} + v_0\right)} = \frac{8\pi \cdot (8\pi + 3\sqrt{3})}{(8\pi + 3\sqrt{3})(6\sqrt{3} + 8\pi)} = h$$

$$h = \frac{4\pi}{3\sqrt{3} + 4\pi} = \frac{3\sqrt{3} + 4\pi}{4\pi} = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} + 1$$

$$\text{Ответ } h = \frac{4\pi}{3\sqrt{3} + 4\pi} \quad h = \frac{3\sqrt{3} + 4\pi}{4\pi}$$

Вопрос:

Потенциальная энергия отстает от начального, возвращаясь на один уровень. Потенциальная энергия - энергия временного действия тел или ...

На поверхности земли: $E_p = mgh$; где h высота над возвращением уровня из земли

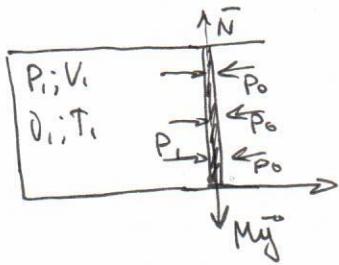
Энергия деформированной пружины: $E_p = \frac{kx^2}{2}$; где x - затраченная пружиной

или издержки?



№2

$$\begin{aligned} M &=? \\ t &= 100^\circ C \\ h &= 35 \text{ см} \\ \Delta m &= 0,1 \text{ г} \\ S &= 100 \text{ см}^2 \\ P_0 &= 10^5 \text{ Н/м}^2 \\ M &= 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ R &= 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}} \\ \Delta h &= 5 \text{ см} \end{aligned}$$

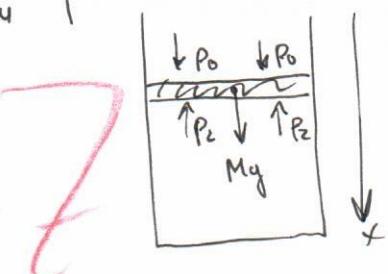
жидкий шар-шары: P_1, V_1, T_1, \bar{J}_1 Поршень в равновесии $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0$
 $F_{g1} + F_{g0} = 0$

$$0x: P_1 S = P_0 S \Rightarrow P_1 = P_0$$

$$V_1 = hS; T_1 = t$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \bar{J}_1 RT_1 \Leftrightarrow P_0 h S = \bar{J}_1 R t \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \bar{J}_1 = \frac{P_0 h S}{R t}$$

жидкий шар-шары: P_2, V_2, T_1, \bar{J}_2 Поршень в равновесии $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0$

$$F_{g2} + F_{g0} + Mg = 0$$

$$0x: F_{g0} + Mg = F_{g2}$$

$$P_0 S + Mg = P_2 S \Rightarrow M = \frac{S(P_2 - P_0)}{g} > 0$$

$$V_2 = S(h \pm \Delta h); \bar{J}_2 = (\bar{J}_1 - \Delta \bar{J}); \Delta \bar{J} = \frac{\Delta m}{M}$$

1) Пусть поршень поднялся: $V_2 = S(h + \Delta h)$ Уравнение Менделеева-Клапейрона: $P_2 V_2 = \bar{J}_2 RT_1$

$$P_2 S(h + \Delta h) = (\bar{J}_1 - \Delta \bar{J}) RT_1 \quad (2)$$

$$(1):(2): \frac{P_0 h}{P_2(h + \Delta h)} = \frac{\bar{J}_1}{\bar{J}_1 - \Delta \bar{J}} \Rightarrow P_2 = \frac{P_0 h (\bar{J}_1 - \Delta \bar{J})}{\bar{J}_1 (h + \Delta h)}$$

$$\left. \begin{aligned} h < h + \Delta h \\ \bar{J}_1 - \Delta \bar{J} < \bar{J}_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{h(\bar{J}_1 - \Delta \bar{J})}{\bar{J}_1 (h + \Delta h)} < 1 \Rightarrow P_2 < P_0 \Rightarrow M < 0 =$$

 \Rightarrow противоречие \Rightarrow поршень опустился2) $V_2 = S(h - \Delta h); P_2 S(h - \Delta h) = (\bar{J}_1 - \Delta \bar{J}) RT_1 \quad (3)$

$$(1):(3): \frac{P_0 h}{P_2(h - \Delta h)} = \frac{\bar{J}_1}{\bar{J}_1 - \Delta \bar{J}} \Rightarrow P_2 = \frac{P_0 h (\bar{J}_1 - \Delta \bar{J})}{(h - \Delta h) \bar{J}_1}$$

$$M = \frac{S \left(\frac{P_0 h (J_1 - \Delta J)}{(h - \Delta h) J_1} - P_0 \right)}{g} = \frac{S}{g} \left(\frac{P_0 h J_1 - P_0 h \Delta J_1 - P_0 h J_1 + P_0 \Delta h J_1}{(h - \Delta h) \cdot J_1} \right)$$

$$M = \frac{S \left(P_0 \Delta h \cdot \frac{P_0 h S}{R t} - P_0 h \frac{\Delta m}{m} \right)}{(h - \Delta h) \cdot \frac{P_0 h S}{R t} g} = \frac{\left(P_0^2 \Delta h h S - R t P_0 h \frac{\Delta m}{m} \right)}{(h - \Delta h) P_0 h g}$$

$$= \frac{\left(P_0 \Delta h h S - R t h \frac{\Delta m}{m} \right)}{(h - \Delta h) h g} = \frac{\left(P_0 \Delta h S - R t \frac{\Delta m}{m} \right)}{(h - \Delta h) g}$$

$$M = \frac{\left(10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 35 \cdot 10^2 \cdot 10^{-4} - 8,3 \cdot 373 \cdot 35 \cdot 10^2 \cdot \frac{0,1}{18} \right)}{30 \cdot 10^2 \cdot 35 \cdot 10^2 \cdot 10}$$

$$= \frac{50 - 17,2}{10 \cdot 30 \cdot 10^{-2}} = \frac{3280}{10 \cdot 30} \approx 110 \text{ м} \quad 11 \text{ м}$$

Ответ $M = 110 \text{ м}$ $M = 11 \text{ м}$

Вопрос: Температура минимум - это температура при которой вязкость переходит из жидкого состояния в твердое.

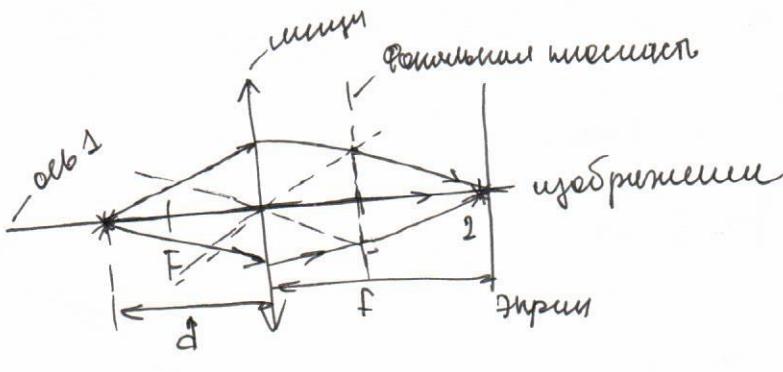
Температура минимум обратнопропорциональна давлению: $T \sim \frac{1}{P}$

Температура минимум пропорциональна давлению $T \sim P$

№4

 $F - ?$ $d = 24 \text{ см}$ $h = 2 \text{ см}$ $L = 6 \text{ см}$

1)



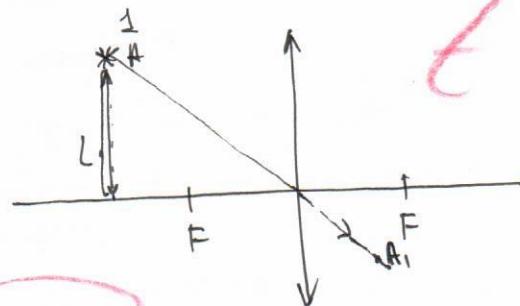
7

изображение источника находится на той же оптической оси =

⇒ это изображение также находится на той же оптической оси

$$\text{осн. } \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

2)



7

при движении источника 1
по той же оптической оси
он будет находиться в
изображении 1

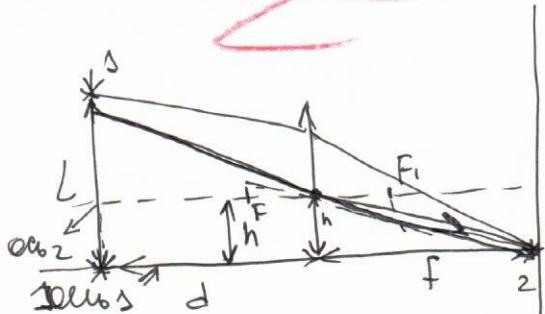
изображение источника

всегда будет находиться на

принцип прохождения через оптический центр (или прямой AA'), при этом изображение должно быть на
той же оптической оси \Rightarrow это означает быть на том же центре
импульса, но между сущим и h (не обязательно по гори-
зонтали) \Rightarrow между сущим по вертикали выше его
изображение должно быть в центре этой импульс \Rightarrow к
двум прямым $1/8$ и $1/2$ тоже
центр импульса симметричен относи-
тельно оптической оси и h

7

изображение не будет
иметь импульса \Rightarrow и приходит в $1/2$
наименее подобные \Rightarrow
 \Rightarrow к.к. по горизонтали это импульс
не движется $\Rightarrow f$ и d симметричны



$$\text{изображение: } \frac{f}{f+d} = \frac{h'}{h} \Rightarrow fL = fh + dh \Rightarrow f = \frac{dh}{L-h}$$

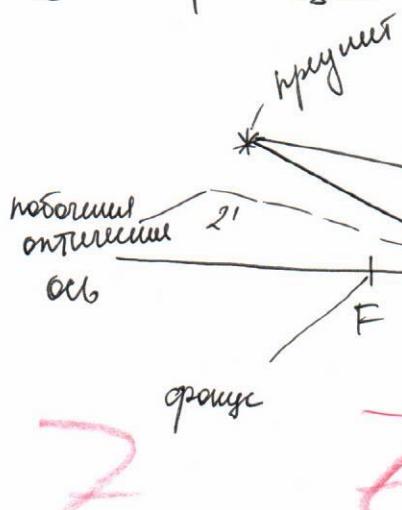
$$\frac{1}{F} = \frac{L-h}{dh} + \frac{1}{d} = \frac{L-h+h}{dh} = \frac{L}{dh} \Rightarrow F = \frac{dh}{L}$$

$$F = \frac{24 \cdot 2}{6} = 8 \text{ (см)}$$

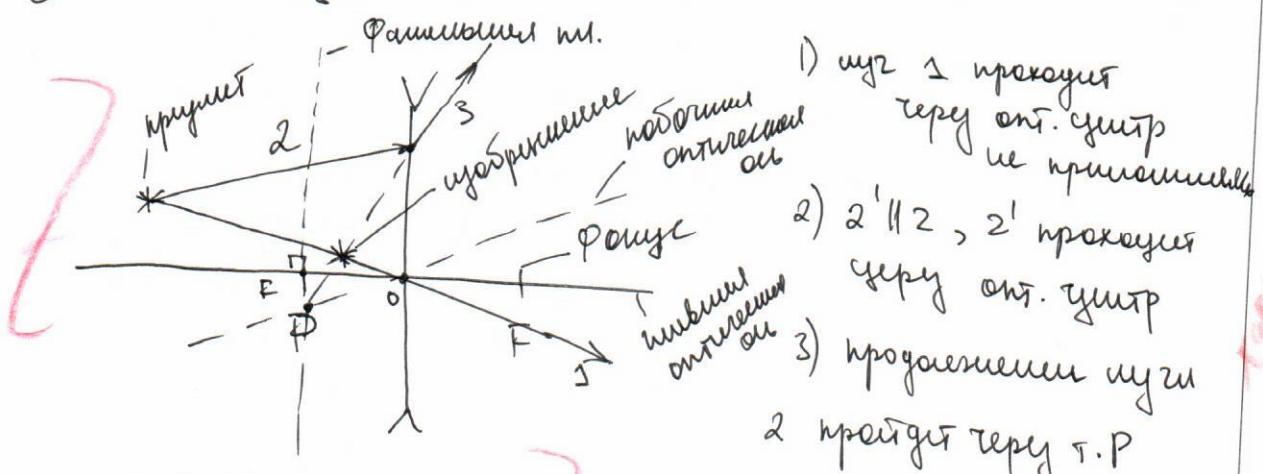
Ответ $F = 8 \text{ см}$

Вопрос:

① Собирящие:



② Рассеивающие



4) преуважение
лучи 3 и лучи 1 при
пересечении дивергент
предметом

луч $T \cdot P - T \cdot I$ фокальной
пл. и лучи 2'

2 касается через $T \cdot P$

- 1) луч 1 проходит
через опт. центр
не привинченный
- 2) $2' \parallel 2, 2'$ проходит
через опт. центр
- 3) продолжением луча

Еще примеры?

⑧

N^3

$$\begin{array}{l} N-? \\ m=10 \text{ кг} \\ q=10 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \\ n=8 \\ \beta_0=100\pi \end{array}$$

Какую буде брандтас со скоростью v_0 .

Чтобы помеха оставалась неподвижной бушини во времени должны быть на соседних местах то есть же время между шарами бушини должны пройти расстояние кратное расстоянию между бушинами:

$$v_0 t = k \cdot \frac{2\pi R}{N}; t = \frac{1}{n}; k = 1, 2, \dots, n$$

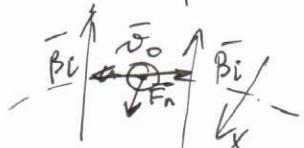
$$\frac{v_0}{n} = \frac{k \cdot 2\pi R}{N} \Rightarrow N = \frac{2\pi R k n}{v_0} = \frac{2\pi R n}{v_0} \cdot k$$

Чтобы шарини имели минимальные N , они будут достигаться при минимальном k , минимальное $k=1 =$

$$\Rightarrow N = \frac{2\pi R n}{v_0}$$

После отыскания минимального шага помеха будет суждаться свое шаг, которое препятствует уменьшению величины минимального шага $\Rightarrow \beta_i = \beta_0$.

Рассмотрим один бушину:



и не будет скользить если паренси
направлением к центру
при велико-
зелено-
ном!

II З-Н Моменты: $\sum \vec{F}_z m \vec{a} =$

$$\text{Ox: } F_h = m a_y$$

$$F_h = \beta_i v_0 q = \beta_0 v_0 q = m a_y = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$\beta_0 v_0 q R = m v_0^2 \Rightarrow v_0 = \frac{\beta_0 q R}{m}$$

$$N = \frac{2\pi R n \cdot m}{\beta_0 q R} = \frac{2\pi m n}{\beta_0 q}$$

-левое

$$N = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-7}} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 10^8}{10^5} = 16 \cdot 3,14 \cdot 10^3 = 50240 \text{ шт.}$$

← неправильно!

Ответ $N = 50240$ штук

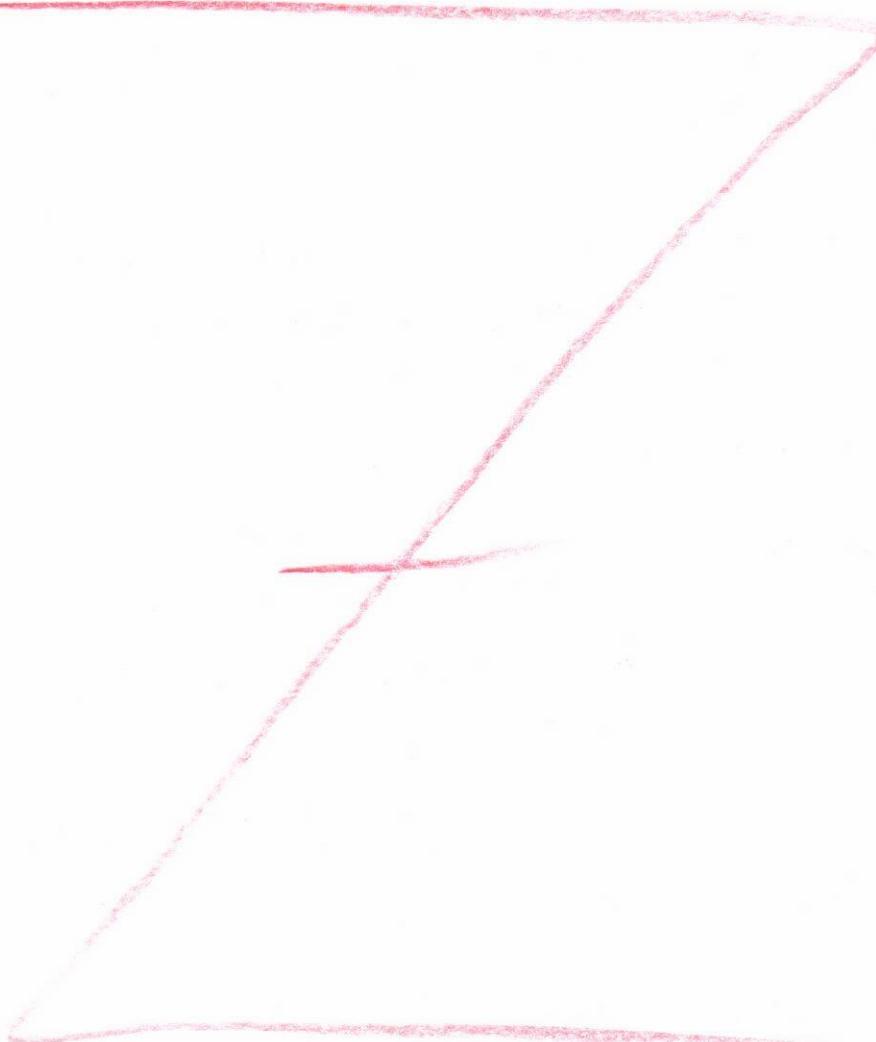
Z

Вопрос: индуктивность - способность проводника
противовоздействовать изменению внешнего поля

FDC изменениям равны скорости изменения
магнитного поля и через центр

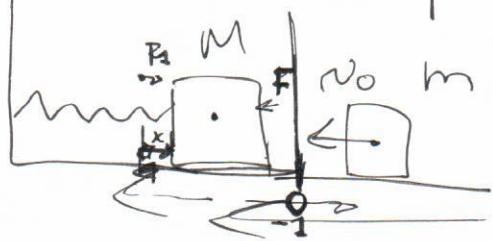
$$E_{si} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Z · ее измерил?



неправильный
и не
важно
без них
относ

Черновик



$$m V_0 = M V_1 + m V_2$$

$$F \cdot t = \Delta p$$

$$t = \frac{2}{3} T$$



$$F_x = Ma$$

$$kx = Ma$$

$$\frac{kx}{M} = a$$

$$x = A \cos \omega t$$

$$\omega^2 = \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k^2}{M} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$



$$V_2 \cdot \frac{2}{3} T = S \quad -\frac{373}{36} \frac{18}{13} \frac{kx^2}{2} = \frac{M V_1^2}{x}$$

$$A = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot V_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \frac{328}{328} \frac{K}{10^3}$$

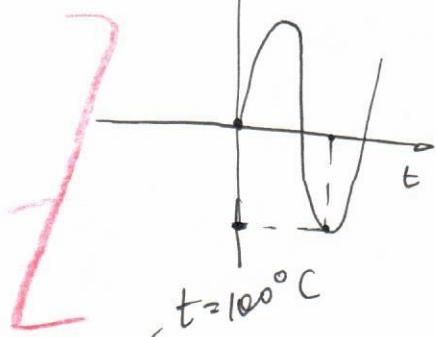


$$S = V_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3} T = V_2 \cdot \frac{2}{3}$$

$$\frac{328}{24} \frac{13}{12} = \frac{117}{24}$$

$$V_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3} T = V_2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$3V_1 l = V_2 \cdot 2\pi \cdot \frac{2}{3}$$



$$E_n = mgh$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$$

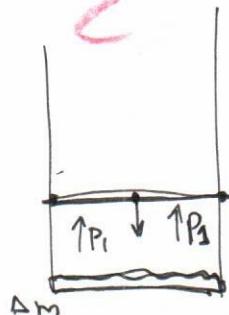
$$PV = \bar{J}RT$$

$$P \uparrow \downarrow$$

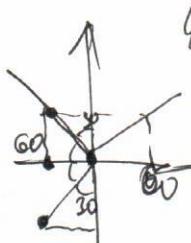
$$\frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$P_0 V = \bar{J}RT$$

$$P_1 V_1 = \bar{J}_1 RT$$



$$m = \bar{J} \cdot \frac{m}{\bar{J}M}$$



$$4.60)$$

$$\sqrt{\frac{1}{n}} = k \cdot \frac{2\pi R}{N} \sin(2\pi f) = -\sin 60^\circ =$$

$$N = 2\pi R f$$

11

8/31

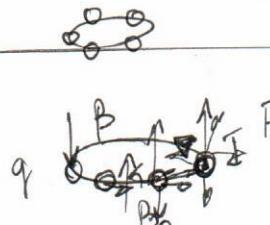
8/3

Черновик

32/31



$$F = \beta_0 V_0 g$$



$$\epsilon_i = \nabla \cdot \mathbf{H}$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \epsilon_i$$

$$P_0 \Delta h S - R t \frac{\Delta m}{M}$$

30.

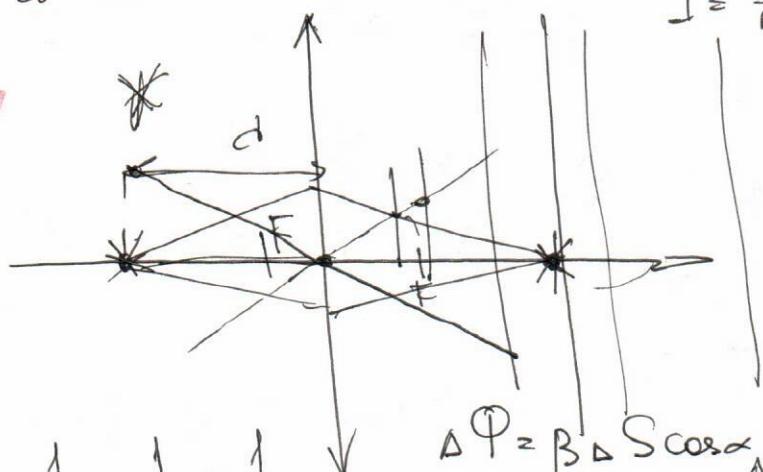
$$\frac{\beta_0 S}{\Delta t} = \epsilon_i$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} R$$

$$10 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-4}$$

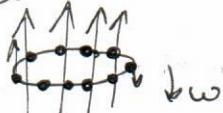
50-

7



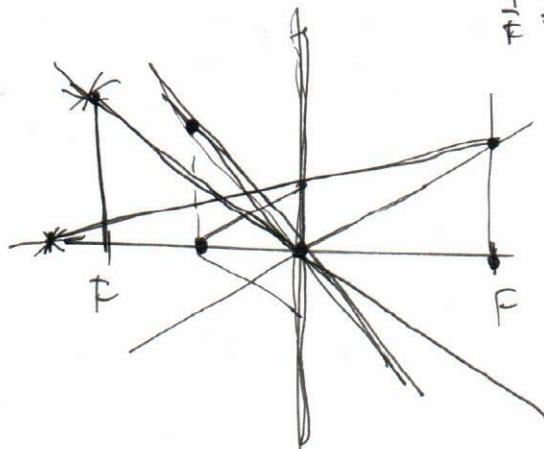
$$\Delta \Phi = \beta \Delta S \cos \alpha$$

$$\Delta \Phi = \Delta \beta S$$



$$d + f = \text{const}$$

7

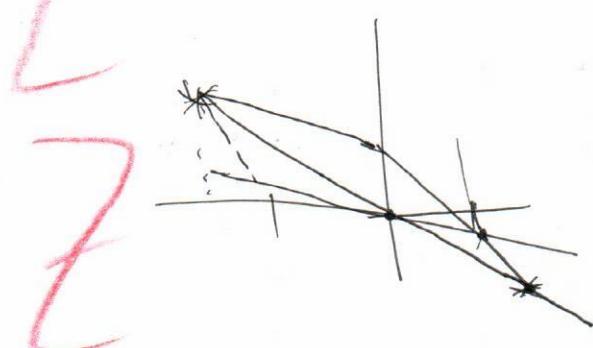
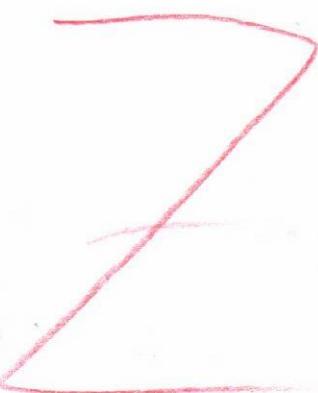


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{f+d}{df}$$

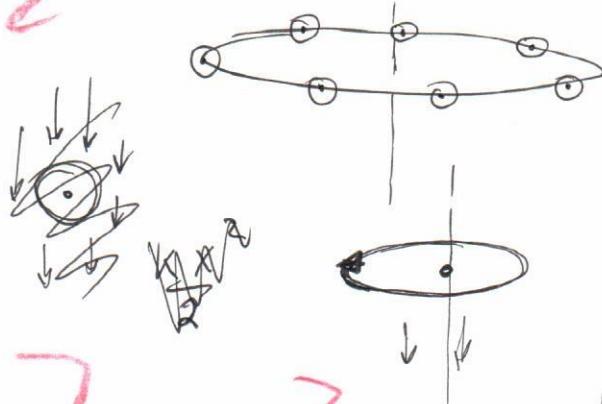
$$F = \frac{df}{d+f}$$

$$F = \frac{26}{26+2} \cdot \frac{24 \cdot 2}{26 \cdot 2} = \frac{24}{26}$$



Черновик

Z Z Z



$$\epsilon_{ci} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

$$\Delta \varphi = \Delta \beta S$$

$$PV = \rho R T$$

$$\Delta \varphi = \frac{B_0 \pi R^2}{t} = \frac{A \sigma}{q}$$

$$\epsilon_i = \frac{A \sigma}{q}$$

Z

$$0,83$$

$$82$$

$$373$$

$$x 0,83$$

$$1119$$

$$298 u$$

$$20955 g$$

$$3097$$

Z

$$300,59$$

$$-18$$

$$129$$

$$126$$

$$35$$

$$18$$

$$179$$

$$n=8$$

$$\frac{1}{8} c$$

$$\epsilon$$

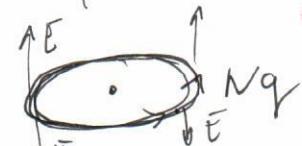
$$R = \frac{U}{I}$$

MMS

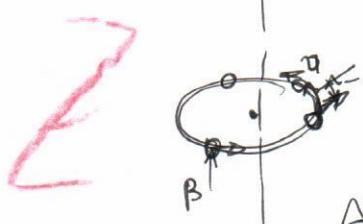
$$\frac{70}{126}$$

$$179$$

Z



$$\frac{2\pi R}{N} = \omega \cdot \frac{1}{h}$$



$$1 B_0 \pi R^2.$$

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \epsilon_i$$

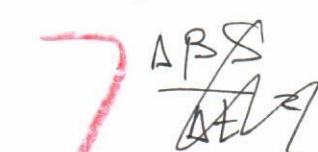
$$\epsilon_i = \frac{A \sigma}{q} =$$

$$A = F S$$

$$\beta v g = F$$

$$Adm = \beta v g$$

$$\beta \frac{v g}{q} S$$



$$Adm = 2\pi R \cdot m N$$

$$\beta v g = \frac{m v^2}{R} \frac{N}{q}$$



$$\Delta \varphi = B_0 S$$

$$\beta v g = m \frac{v^2}{R} q my$$

$$m \omega \beta v g / R = \frac{B_0 q R}{m}$$

$$\frac{2\pi R}{N} = \omega \cdot \frac{1}{h}$$

$$N = \frac{2\pi R n}{\omega}$$

Черновик

~~7~~, 16

$$\begin{array}{r} 314 \\ \times 16 \\ \hline 1884 \\ + 314 \\ \hline 5024 \end{array}$$

