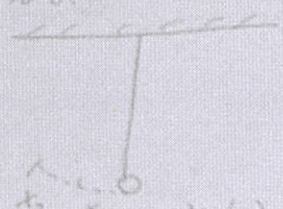
22БН-325

№ 8.



Дано:
$v_1 = 4 см/с$
$v_2 = 3 см/с$
$x_1 = 0,5 см$
$x_2 = 1 см$
$X - ?$

Уравнение гармонических колебаний имеет вид
$x = X \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$
предположим, что $\varphi_0 = 0$

$x(t) = X \cdot \sin \omega t$, т.к. $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = x' = X \cdot \omega \cos \omega t$
(скорость - первая производная от координаты)

$v = X \omega \cos \omega t \Rightarrow \frac{v}{X} = \omega \cos \omega t$.

$\frac{v_1}{x_1} = \omega \cos \omega t_1$ $\quad \frac{v_2}{x_2} = \omega \cdot \cos \omega t_2$

$\frac{v_1}{x_1} = \omega / c \cdot \frac{1}{\omega} = 2 = \omega \cos \omega t_1 \cdot \frac{1}{c}$ $\quad \frac{v_2}{x_2} = 2 \cdot 1 \frac{м/с}{м} = \frac{2}{c}$

$x_1 = X \cdot \sin \omega t_1$ возведем в квадрат:

$v_1 = X \cdot \omega \cos \omega t_1$

$x_1^2 = X^2 \sin^2 \omega t_1$ - домножим на ω^2

$v_1^2 = X^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2 \omega t_1$

$x_1^2 \cdot \omega^2 = X^2 \omega^2 \sin^2 \omega t_1$ | сложим уравнения

$v_1^2 = X^2 \omega^2 \cos^2 \omega t_1$ |

$x_1^2 \cdot \omega^2 + v_1^2 = X^2 \cdot \omega^2 / (\sin^2 \omega t_1 + \cos^2 \omega t_1)$

$x_1^2 \cdot \omega^2 + v_1^2 = \omega^2 \cdot X^2$ // 1

аналогично выведем з-сть для v_2 и x_2: $x_2 \cdot \omega^2 + v_2^2 = \omega^2 X^2$. выразим ω^2

$\omega^2 = \frac{(X^2 - X_2^2)}{v_2^2}$, подставим:

$\frac{x_1 \cdot (X^2 - X_2^2)}{v_2^2} + v_1 = \frac{X^2 - x^2 \cdot x_2}{v_2^2}$

$= \sqrt{\frac{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}} = \sqrt{\frac{16 см^2/с - 2 см^2/с}{12}} = \sqrt{\frac{14}{12}} = \sqrt{\frac{7}{6}}$

+3 - 58

лист 1

22ЕН-325

№3.

№9. $2\pi\nu = \omega \Rightarrow x = B\sin\omega t$, $y = (1-\cos\omega t)\cdot B$

$v = \frac{dx}{dt}$ (первая произв. от перем.) $v_x = \frac{d(B\sin\omega t)}{dt} = B\cdot\omega\cdot\cos\omega t$

$v_y = \frac{d(B(1-\cos\omega t))}{dt} = \frac{dB - d(B\cos\omega t)}{dt} = B\cdot\omega\sin\omega t$

$v(\text{т. Пиф}) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(B\omega)^2\cdot\cos^2\omega t) + (B\omega)^2\sin^2\omega t} =$

$= B\omega\sqrt{\cos^2\omega t + \sin^2\omega t} = B\cdot\omega$

$S = v\cdot t = B\cdot\omega t$ - пройденный путь частицей.

найдем угол: $\sin\omega t = \frac{x}{B}$ $y = B - B\cos\omega t \Rightarrow$

$\cos\omega t = \frac{B-y}{B}$; т.к $\sin^2\omega t + \cos^2\omega t = 1$ (основн. тригон. тождд.)

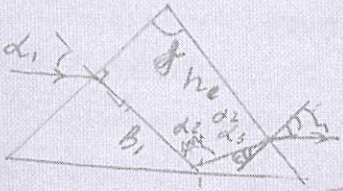
$\frac{x^2}{B^2} + \frac{(B-y)^2}{B^2} = 1 \mid \cdot B^2$ $x^2 + (B-y)^2 = B^2$, т.к. $B = const$, $B > 0$,

$x^2 + (y-B)^2 = B^2$ - уравнение окружности

с $R = B$ и коорд. начала: $(0, B) \Rightarrow$ угол между вектор. радиус $\Rightarrow 90°$. Ответ: $S = B\cdot\omega t = B\cdot 2\pi\nu t$. $\alpha = 90°$. ✓ ✓ (13б)

№10. Луч не изменит направление если будет ПВО от основания

3. Снелла:



$n_б\cdot\sin\alpha_1 = n_в\sin B_1$ $\Rightarrow$ $\sin\alpha_1 = n\sin B_1$

$n_в\sin\alpha_3 = n_б\cdot\sin B_3$ $\sin B_3 = n\sin\alpha_3$

$\Rightarrow B_1 = \alpha_3$ т.к. между нашим лучом (исп. ПВО) если $B_1 = \alpha_3$,

то $\alpha_1 = B_3$, α_1 - угол между луч. $\parallel$ основ. перпенд. $\Rightarrow B_3$ - угол между перпенд. и лучем $\parallel$ основанию $\Rightarrow$ луч. $\parallel$ основ. и выйдет $\parallel$ основанию. ПВО происходит при $\alpha_2 \geq \arcsin\frac{1}{n}$

$90° + B_1$ (угол между $\perp$ и лучем и бок. гр.) $= \frac{\pi}{2} + \alpha_2 = \frac{\pi}{2} + \arcsin\frac{1}{n}$

$B_1 = \frac{\pi}{2} + \arcsin\frac{1}{n} - 90°$ (расш. критич. отн.) $\Rightarrow$

$\sin\frac{\pi}{2} = -n\cos\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin\frac{1}{n}\right) \Rightarrow \frac{\pi}{2} + \arcsin\frac{1}{n} \leq 90° \Rightarrow$

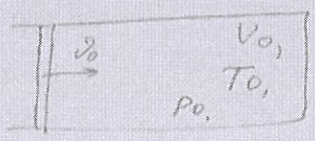
$\frac{1}{n} \leq \cos\frac{\pi}{2}$ $n \geq \frac{1}{\cos\frac{\pi}{2}}$ Ответ: $n \geq \frac{1}{\cos\frac{\pi}{2}}$, луч дойдет 2 ✓ приложится и испытает ПВО.

В-7

Лист 2 (5б)

22ЕМ-325

№ 7. Дано:
V_0, T_0, P_0,
$i = 3$
M, ϑ
T_{max} ?



$p_2 V_2 = \vartheta R T_{max}$

$T = \frac{p_2 V_2}{\vartheta R}$.

у-е Менд-лиан, для газа в начале:
$p_0 V_0 = \vartheta R T_0$. $\vartheta R = \frac{p_0 V_0}{T_0}$
для газа в конце:

1) Максимально газ будет сжат тогда, когда скорость поршня будет 0. (Вся его энергия пойдет на работу над газом)

$\Delta E_k = A$ - теорема о изменении кинетической энергии. $E_k = E_{k_к} - E_{k_н} = 0 - \frac{M\vartheta^2}{2}$

$-\frac{M\vartheta^2}{2} = A_п$ ~~Масса газа поршень сообщается~~

~~За время Δt поршень: $V' = V_0 - S \cdot x$, т.к V_1, то~~
~~$(P, T$ (изохор.) $\Rightarrow pVT \Rightarrow p'V'p' = \frac{\vartheta R T}{V - Sx}$~~

$\Delta U_2 = \Delta U_1 + A_{газа}$, $A_{газа} = -A_{поршня}$; $\Delta U_1 = \frac{i}{2}\vartheta R T_0$

$\Delta U_2 = \frac{i}{2}\vartheta R T_0 + \frac{M\vartheta^2}{2}$, $\Delta U_2 = \frac{i}{2}\vartheta R T \Rightarrow$ $T = T_0 + \frac{M\vartheta^2}{\frac{i}{2} \cdot 2\vartheta R} = T_0 + \frac{M\vartheta^2}{i\vartheta R}$

$T = T_0 + \frac{M\vartheta^2}{\frac{ip_0V_0}{T_0}} = T_0 + \frac{M\vartheta^2 T_0}{ip_0V_0} = T_0\left(1 + \frac{M\vartheta^2}{ip_0V_0}\right)$

Ответ: $T_0\left(1 + \frac{M\vartheta^2}{ip_0V_0}\right)$ ✓ ✓5

лист 3 В-7

22ЕМ-325

№3. пусть M - масса крупы, V - ее объем сухой части

изначально: от $0,9V$ до $0,85V$ крупы $\Rightarrow$ воды от $0,09V$ до $0,15V$

в конце: от $0,3V$ до $0,4V$ кр, воды: от $0,6V$ до $0,7V$

$\frac{0,6V}{0,09V}$ $k = \frac{6}{0,9} = \frac{2}{0,3} = \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3}$ $\quad \frac{0,7V}{0,15V} = \frac{7}{1,5} = \frac{70}{15} = 4\frac{10}{15}$

$\Rightarrow$ воды может стать ~~6 (4,7 - 6,7)~~ раз больше

вычтем из конечного кол-ва воды изначальное, чтобы узнать „добавочную часть": воды от 51% до 55% $\Rightarrow$ масса увеличилась в 2 раза.

Об

№1. $0,571428571428\ldots \approx 0,571429 \cdot 2,428571428571 \approx 2,428571$

$0,571429$ Ответ: 3.

$\frac{2,428571}{3,000000}$

Лист 4 3б

№4. Так как число ~~k~~ ограничено, предположим, что существует n, тогда $x^2 - y^2 = (x-y)(x+y) = 2109 - 2020 = 89$

89 - простое число. тогда $\begin{cases} x-y=1 \\ x+y=89 \end{cases} \Rightarrow x=45, y=44 \Rightarrow$

$n + 2020 = 45^2 \Rightarrow n = -84$

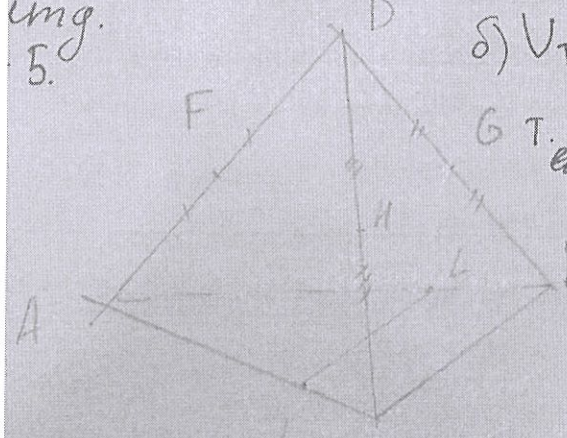
$n + 2020 = 45^2 \Rightarrow n = -84 \Rightarrow$ существует 1 единственное $n = -84$. Ответ: -84.

1б 1б

№2. оценим каждую часть. $\sin\alpha \cdot \cos\beta \leq \frac{1}{2}$, $a(\sin\alpha)^{\sin\alpha} > \sin^2\alpha$, $(\cos\alpha)^{\cos\alpha} > \sin^2\alpha \Rightarrow$ т.к. $1 > \frac{1}{2}$, то $(\sin\alpha)^{\sin\alpha} + (\cos\alpha)^{\cos\alpha} > \cos\alpha \cdot \sin\beta$.

что и требовалось доказать.

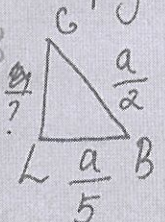
№5.



б) $V_T = \frac{a^3 \cdot \sqrt{2}}{12} = 2020 \quad a^3 = \frac{12 \cdot 2020}{(\text{из подобия})\sqrt{2}} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{2^3 \cdot 3 \cdot 10}{\sqrt{2}}}$

т.к. G, H середина, то $GH = \frac{a}{2}$, где a - сторона

Т. Пифагора $GL = \sqrt{\frac{a^2}{4} - \frac{a^2}{25}} = \sqrt{\frac{25a^2 - 4a^2}{100}} = \frac{\sqrt{21}a}{100}$;



$\angle B = \frac{a}{5}$, $HC = \frac{a}{2}$; $LC = \frac{a}{5}$, $CE =$

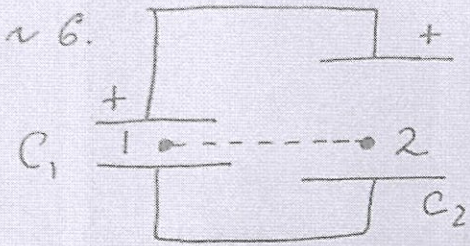
$FC = a\sqrt{2}$

$E(\text{Т Пир}) = \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{5}} = \frac{\sqrt{41}}{\sqrt{20}} \cdot a$.

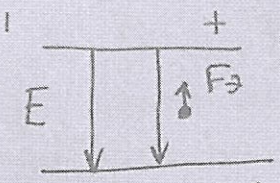
Лист 4 0б

В-7

№ 6.

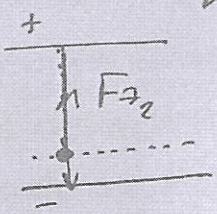


Рассмотрим выход частицы из конденсатора C_1



на отрицательную частицу будет действовать сила кулона - $F_э$, он будет притягиваться к пласт. пластине, рассмотрим приход на частицу также будет действовать $F_{э2}$, ~~больше, т.к.~~

частицы в конд.: C_2 :



$F_э = q \cdot E$, $E = \frac{U}{d}$, т.к. конд.

соединены парал, то $U_1 = U_2 = U$, но

$F_{э_1} \neq F_{э_2}$, т.к. $d_1 \neq d_2$.

во втором случае: $F_{эл_2} = F_{э_+} + F_{э_-} = \frac{k \cdot CU q}{k}, \frac{k CU q}{d}$. ⇒ + √ 5б

только в момент прекращения поля будет нужно будет сов-ть р, т.к. поля вне обкладок нет

27ЕН-325