Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21200990**

ID профиля: **337460**

Вариант 8

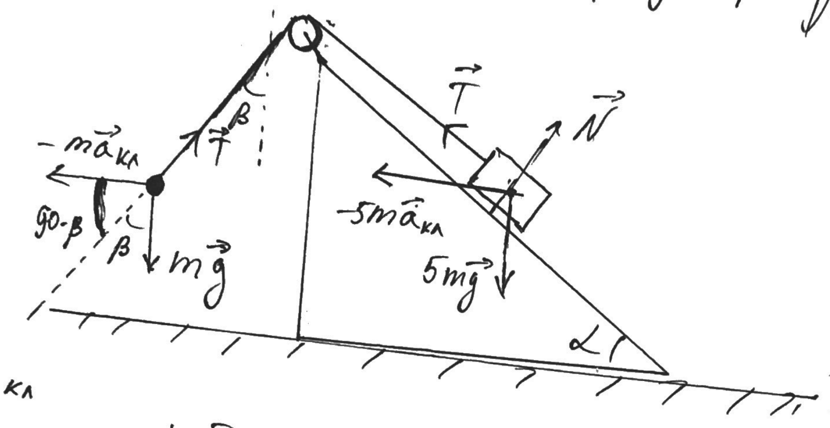
Физика 11 кл.
Вариант 11-8

Чистовик

№1. $a_{кл}$ - ускор. клина; $a_{бр}$ - ускор. бруска отн. клина.

Дано:
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$
m, $5m$
$\cos\beta = 5/13$

Найти: а) $a_{кл}$
б) $a_{бр}$
в) t



а) Перейдем в С.О. клина
На шарик и брусок будут действовать инерц. силы $F_1 = -ma_{кл}$ и $F_2 = -5ma_{кл}$, направленные против $\vec{a}_{кл}$. Т.к. нить с шариком будет подниматься пока F_1 не скомпенс. mg, то при угле β они скомпенсированы и нить не поворачивается, а лишь удлиняется.

В проекции на ось перпенд. нити: $ma_{кл} \cdot \sin(90-\beta) = g \cdot m \cdot \sin(\beta) \Rightarrow a_{кл} = g \cdot tg\,\beta$; $tg^2\beta + 1 = \frac{1}{\cos^2\beta} = \frac{13^2}{5^2}$
$\Rightarrow tg\,\beta = \frac{\sqrt{13^2-5^2}}{5} = 2,4 \Rightarrow a_{кл} = 2,4 \cdot g$.

Т.к. нить нерастяжима и не провис. то $a_m = a_{5m} = a_{бр}$
где a_m и a_{5m} - ускорение шарика и бруска в проекции на нить.

Физика 11 кл.

Чистовик

№1* Продолжение

$ma_m = mg\cdot\cos\beta + ma_{кл}\cdot\cos(90-\beta) - T$

$5ma_{5m} = T + 5ma_{кл}\cdot\cos\alpha - 5mg\cdot\cos(90-\alpha)$

$\Rightarrow$ $6ma_{бр} = mg\cos\beta + ma_{кл}\cdot\sin\beta + 5ma_{кл}\cdot\cos\alpha - 5mg\sin\alpha$

$$a_{бр} = \frac{g\cos\beta + a_{кл}\cdot\sin\beta + 5a_{кл}\cdot\cos\alpha - 5g\cdot\sin\alpha}{6}$$

$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{5^2}{13^2}} = \frac{12}{13}$; $\sin\alpha = \sqrt{1-\left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$

$$a_{бр} = \frac{g\frac{5}{13} + 2{,}4g\cdot\frac{12}{13} + 5\cdot 2{,}4g\cdot\frac{3}{5} - 5g\cdot\frac{4}{5}}{6} = \frac{2{,}6g + 7{,}2g - 4g}{6} =$$

$= 0{,}97g.$

Изначально шарик находится на высоте $\Delta h = H - H\cos\beta = \frac{8}{13}H$ (от пола). Вертикальная сост. при переходе обратно в ИСО не измен. и равна $a' = a_{бр}\cdot\cos\beta$

$\frac{a't^2}{2} = H \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a'}} = \sqrt{\frac{2H}{0{,}97g\cdot\frac{5}{13}}} = 2{,}32\sqrt{\frac{H}{g}}$

Ответ: а) $2{,}4g$ б) $0{,}97g$ в) $2{,}32\sqrt{\frac{H}{g}}$

Физика 11 кл

Чистовик

№2.

Запишем ур-е дуги окружн.:

$(P/P_0)^2 + (V/V_0)^2 = C^2$, где C - некая константа показывающая в каких точках окр. пересекает оси. (радиус. окружности)

$\frac{P_1}{P_0} = C \cdot \cos 22{,}5°$; $\frac{V_1}{V_0} = C \cdot \sin 22{,}5°$; P_1 и V_1 - давл. и объем в точке 1.

$\frac{P_2}{P_0} = C \cdot \sin 15°$; $\frac{V_2}{V_0} = C \cdot \cos 15°$; P_2, V_2 - давл. и объем в точке 2.

Ур-е Менд. Клапейрона: $P_1V_1 = \nu R T_1$; $P_2V_2 = \nu R T_2$

$\Rightarrow$ Искомое отношение: $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1 =$

$= \frac{\sin 22{,}5° \cdot C \cdot V_0 \cdot \cos 22{,}5° \cdot C \cdot P_0}{\sin 15° \cdot C \cdot P_0 \cdot \cos 15° \cdot C V_0} - 1 = \frac{\sin 45°}{\sin 30°} - 1$ (синус. двойн. угла)

$= \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} - 1 = \sqrt{2} - 1 = 0{,}41$

1) Ответ: 0,41

Физика 11кл

Чистовик

2) В данной точке $C=0 \Rightarrow$ $\cancel{C\nu dT} = PdV + \cancel{\ldots} C_V\nu dT$
(дифф. форма 1-го начала); $C_V = \frac{i}{2}R$

$\Rightarrow \cancel{PdV + C_V dT = 0}$ $P\cdot\frac{dV}{dT} + C_V\nu = 0 \Rightarrow P\frac{dV}{dT} = -C_V\nu$

Ур-е Менд. клапейрона: $PV = \nu RT \Rightarrow dP\cdot V + dV\cdot P = \nu R dT$

Ур-е процесса 1-2: $(P/P_0)^2 + (V/V_0)^2 = C^2$ $\Big|\cdot\frac{d}{dT}$ продифф по T:

$$\Rightarrow \frac{2P\cdot\frac{dP}{dT}}{P_0^2} + \frac{2V\cdot\frac{dV}{dT}}{V_0^2} = 0; \quad dP\cdot V + dV\cdot P = \nu R dT$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{dT}\cdot V + \frac{dV}{dT}\cdot P = \nu R \Rightarrow \frac{dP}{dT}\cdot V = \nu R - \frac{dV}{dT}\cdot P = \nu R + C_V\nu$$

$$\Rightarrow \frac{P\frac{dP}{dT}}{P_0^2} + \frac{V\frac{dV}{dT}}{V_0^2} = 0 \Rightarrow \frac{P/V\,(\nu R + C_V\nu)}{P_0^2} + \frac{V/P\cdot(-C_V\nu)}{V_0^2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0^2 V}(R + C_V) = \frac{V}{PV_0^2}\cdot C_V \Rightarrow \frac{P}{P_0^2 V}\cdot 3{,}5R = \frac{V}{PV_0^2}\cdot 2{,}5R$$

$$\Rightarrow \left(\frac{P}{P_0}\right)^2\cdot 1{,}4 = \frac{V^2}{V_0^2} \Rightarrow \frac{(P/P_0)}{(V/V_0)} = \sqrt{1{,}4} = 1{,}18,$$

Тангенс искомого угла: $tg\alpha = \frac{(P/P_0)}{(V/V_0)} = 1{,}18$, можно проверить что она лежит на дуге, т.к. $\alpha \approx 49{,}8^\circ$

2) Ответ: $tg\alpha = 1{,}18$

4

Физика 11 кл.

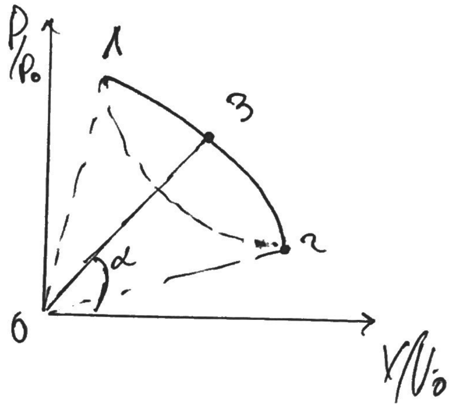
Чистовик

№2.

3) $\eta = \frac{A}{Q_{пол}} = \frac{Q_{пол} - Q_{отд}}{Q_{пол}} = 1 - \frac{Q_{отд}}{Q_{пол}}$

$Q_{отд}$ – теплота отданная. $Q_{пол}$ – теплота получ.

Т.к. $Q_{21} = 0$ по усл., то тело получает Q пока его C не стала равна 0, а после отдает Q.



Точка 3 – точка где $C = 0$

$\Rightarrow Q_{пол} = \int_{V_1}^{V_3} P(V)dV + \frac{3}{2} C_v \nu \cdot (T_3 - T_1)$

$Q_{отд} = \int_{V_3}^{V_2} P(V)dV + C_v \nu (T_2 - T_3)$

$(P/P_0)^2 + (V/V_0)^2 = C^2 \Rightarrow P(V) = P_0 \sqrt{C^2 - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2} =$

$= P_0 \cdot C \sqrt{1 - \left(\frac{V}{CV_0}\right)^2}$; $\frac{V}{V_0 C} = t$; $dt = \frac{dV}{V_0 C} \Rightarrow P(t) = P_0 C \sqrt{1-t^2}$

$\Rightarrow \int_{V_1}^{V_3} P(V)\,dV = \int_{V_1/V_0C}^{V_3/V_0C} P_0 C \sqrt{1-t^2}\, dt \cdot V_0 C = P_0 V_0 \cdot C^2 \left(\frac{\arcsin t + t\sqrt{1-t^2}}{2}\right)\Bigg|_{V_1/V_0C}^{V_3/V_0C}$

Т.к. $\int \sqrt{1-x^2}\,dx = \frac{\arcsin x + x\sqrt{1-x^2}}{2} + C$

$V_3 = V_0 \cdot C \cdot \cos\alpha \Rightarrow \frac{V_3}{V_0 C} = \cos\alpha$; $\frac{V_1}{V_0 C} = \sin 22{,}5°$

$\Rightarrow \int_{0{,}38}^{0{,}64} \frac{\arcsin x + x\sqrt{1-x^2}}{2}\,dx = 0{,}22 = \frac{A_{13}}{P_0 V_0 \cdot C^2}$

Физика 11кл

Чистовик

№2

3)* $$\frac{A_{32}}{P_0V_0C^2} = \int\limits_{\frac{V_3}{V_0C}}^{V_2/V_0C} \frac{\arcsin x + x\sqrt{1-x^2}}{2}\,dx = \cancel{0,2} -0,184$$

$$T_3 = \frac{P_0V_0 \cdot \sin 49,8 \cdot \cos 49,8}{\nu R\; c^2} = \frac{0,77 \cdot 0,64\; P_0V_0}{\nu R\; c^2} =$$

$$= 0,49\,\frac{P_0V_0}{\nu R\,c^2}$$

$$T_1 = \frac{P_0V_0 \cdot \sin 45^\circ}{2\nu R\,c^2} = 0,35\,P_0V_0/c^2$$

$$T_2 = \frac{P_0V_0 \cdot \sin 30^\circ}{2\nu R\;c^2} = 0,25\,P_0V_0/c^2$$

2) $\cancel{\eta = A \quad 0,22 \cdot P_0V_0C^2 + (0,49-0,35)}$

$$\eta = 1 + \frac{\cancel{+0,}18\,\frac{P_0V_0}{c^2} + \frac{(0,25-0,49)\,P_0V_0}{c^2}}{\frac{P_0V_0}{c^2}\,0,22 + \frac{(-0,35+0,49)\,P_0V_0}{c^2}} =$$

$$= \cancel{1 - \left(\frac{0,42}{0,36}\right)^{-1}} = 0,83$$

Ответ: 0,83

Черновик 0,64 ; 0,38

$$\frac{2P\frac{dP}{dT}}{P_0^2} + \frac{2V\cdot\frac{dV}{dT}}{V_0^2} = 0$$

$$P(V) = P_0\sqrt{C^2 - \frac{V^2}{V_0^2}}$$

$$\int\sqrt{1-x^2}\,dx = \frac{\arcsin x + x\sqrt{1-x^2}}{2}$$

$$\frac{2P\left(UR - \frac{dV}{dT}\cdot P\right)}{V\,P_0^2} + \frac{2V\cdot\frac{dV}{dT}}{V_0^2} = 0$$

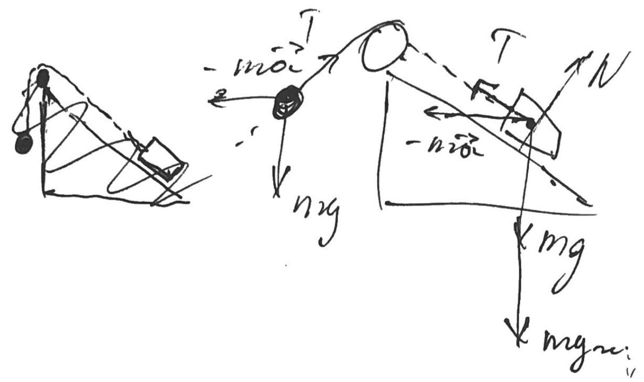
$$\frac{2P(\cdot 2\cancel{\partial R})}{V P_0^2} - \frac{\cancel{2}\cdot\cancel{2}\cdot\cancel{P}\,\partial R/_P V}{\cancel{P}\,V_0^2} = 0$$

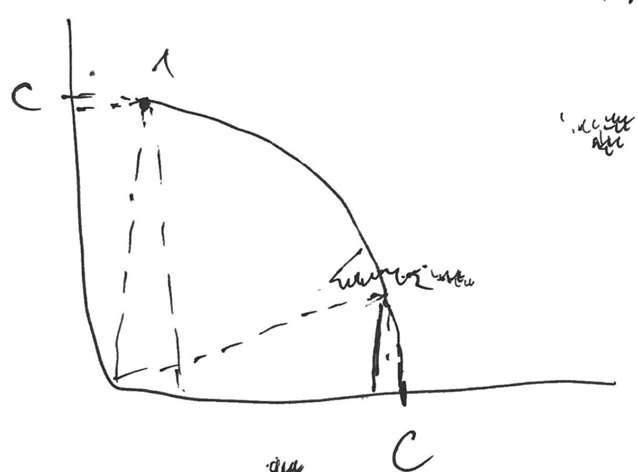
$$\frac{2P}{VP_0^2} - \frac{V}{PV_0^2} = 0$$

$$\frac{2P}{\cancel{V}\cdot P_0^2} = \frac{V}{PV_0^2} \Rightarrow 2P^2\cdot V_0^2 = V^2\cdot P_0^2$$

$$\left(\frac{P}{P_0}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{V}{V_0}\ ; \quad tg = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Черновик





$$\left(P/P_0\right)^2 + \left(V/V_0\right)^2 = C^2$$

$$P_1/P_0 = \cos 22{,}5^\circ \cdot C$$

$$P_2/P_0 = \sin 15^\circ \cdot C$$

$$V_1/V_0 = \sin 22{,}5^\circ \cdot C$$

$$V_2/V_0 = \cos 15^\circ \cdot C$$

$$C\,dT = P\,dV + \nu R\,dT$$

$$C = P\frac{dV}{dT} + \nu R$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{dT} = \frac{-\nu R}{P}$$

$$P\cdot dV + dP\cdot V = \nu R\,dT$$

$$P_1\cdot V_1 = \nu R T_1 \qquad P\frac{dV}{dT} + V\cdot\frac{dP}{dT} = \nu R$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} - 1 = \frac{\cos 22{,}5^\circ \cdot \sin 22{,}5^\circ}{\cos 15^\circ \cdot \sin 15^\circ} - 1 = \frac{\sin 45}{\sin 30} - 1 = \sqrt{2} - 1 = 0{,}41$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21200990**

ID профиля: **337460**

Вариант 8

Физика 11 класс

Вариант 11-08

Чистовик

№3.

Дано:

$C_1 = C$

$C_2 = 5C$

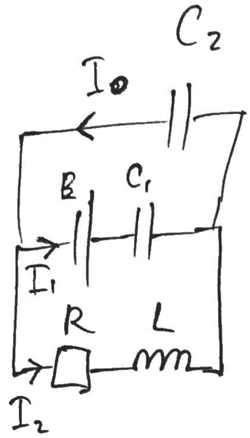
$E; L; R$

найти:

1) $\frac{dI}{dt}$

2) Q

3) U



1) Сразу после замык. ключа:

$I = 0$ - ток через катушку:

$\Rightarrow L\frac{dI}{dt} = U_2 = E - U_1$

где U_1 и U_2 - напряж. на конденс.

Т.к. до этого конд. были соед. послед.

$q_1 = q_2$ - сразу после замык. заряд не изм.

$\Rightarrow$ т.к. $C_1 = \frac{q_1}{U_1}$; $C_2 = \frac{q_2}{U_2}$ $\Rightarrow$ $U_1 \cdot C_1 = U_2 \cdot C_2 \Rightarrow U_1 = 5U_2$

$U_2 = E - U_1 = E - 5U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{E}{6}$ $\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_2}{L} = \frac{E}{6L}$

2) Т.к. в данной схеме есть акт сопр. то равновесие будет когда все конден. разряжены.

Значит: $Q = W_{C_1} + W_{C_2} = \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{C_2U_2^2}{2} = \frac{C_1C_2}{2(C_1+C_2)} \cdot E^2 =$

$= \frac{5}{12}CE^2$

3) $I_0 = I_1 + I_2$; $E = U_1 + RI_2 + \frac{dI_2}{dt} \cdot L$; $E = U_2$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{E}{6L}$; 2) $Q = \frac{5}{12}CE^2$

1

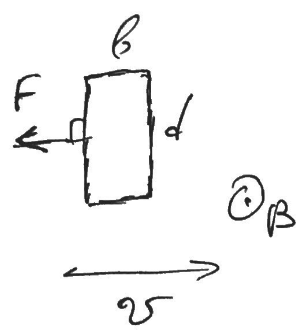
Физика 11кл

Чистовик

№4

Дано:
m, d, V_0, R, B

найти: 1) a
2) V_1 3) V_2



При вхождении рамки в поле по рамке потечет ток:

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = B\cdot\frac{dS}{dt} = B\cdot\frac{v\cdot dt\cdot d}{dt} =$$

$= Bv\cdot d$ – при входе и выходе из поля.

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvd}{R}$; $F_A = IB\cdot d\cdot\sin\alpha \Rightarrow a = \frac{F_A}{m} =$

$= \frac{\frac{Bvd}{R}\cdot Bd}{m} = \frac{(Bd)^2 v}{mR}$; Сила Ампера действует только на пер. край при входе.

Соотв. ЗСЭ. $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + F_A\cdot b = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{(Bd)^2 v}{R}\cdot b$

$\Rightarrow V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2(Bd)^2 vb}{Rm}} = \sqrt{V_0^2 - \frac{4B^2d^3\cdot v}{3Rm}}$

После выхода $A = F_A\cdot 2b$ $\Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + F_A\cdot 2b$

$\Rightarrow V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{8B^2d^3 v}{3Rm}}$

Ответ: 1) $a = \frac{(Bd)^2\cdot v}{mR}$; 2) $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{4B^2d^3v}{3Rm}}$ 3) $V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{8B^2d^3v}{3Rm}}$ 2

Физика 11 кл

Чистовик

№5.

Дано:
$d_0 = 25$ см
$\frac{D_1}{D_2} = 5$; $d_1 = 50$ см

найти 1) x
2) D_3

D_2 - опт. сила очков для рассм. предметов на 25 см.

D_1 - сила очков для удал. предметов

Для удал. предметов $\frac{1}{d} \ll \frac{1}{f}$, где

f - расст. от сетчатки до хрусталика

$\Rightarrow \frac{1}{f} = D_{гл} + D_1$; $\frac{1}{f} + \frac{1}{d_0} = D_{гл} + D_2$ - формул. т. л.

$\Rightarrow \frac{1}{d_0} = D_2 - D_1 = \frac{5D_1}{5} - D_1 = \frac{-4D_1}{5} \Rightarrow D_1 = \frac{-5}{4d_0}$

Без очков: $\frac{1}{f} + \frac{1}{x} = D_{гл} = \frac{1}{f} - D_1 = \frac{1}{f} + \frac{5}{4d_0}$

$\Rightarrow x = \frac{4d_0}{5}$; $D_1 = -\frac{5}{4d_0}$ $\Rightarrow x = 20$ (см); $D_1 = -5$ (м$^{-1}$)

Для работы за компьютером: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d_1} = D_{гл} + D_3$

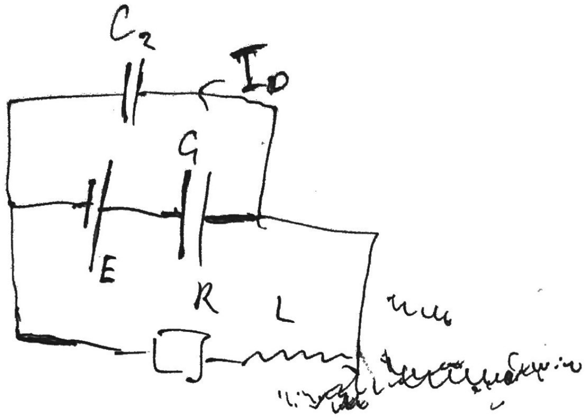
$\Rightarrow \frac{1}{d_1} = D_3 - D_1 \Rightarrow D_3 = \frac{1}{d_1} + D_1 = \frac{1}{2d_0} - \frac{5}{4d_0} =$

$= \frac{-3}{4d_0} = -3$ (м$^{-1}$)

Ответ: 1) x = 20 см; Опт сила: -5 м$^{-1}$;
2) Опт. сила: -3 м$^{-1}$

3

Черновик



$$L \cdot \frac{dI}{dt} = E \quad \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E}{L}$$

$$L = ut$$

$$\frac{1}{f} = D_{гл} + D_{оч1}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D_{гл} + D_{оч2}$$