Часть 1

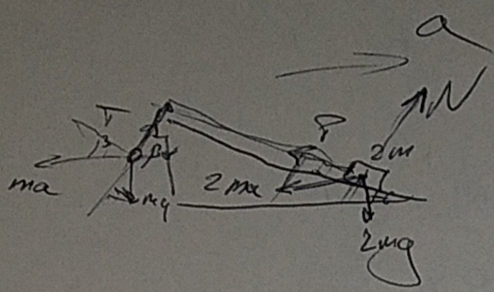
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202298**

ID профиля: **367314**

Вариант 6

Черновик



$a = tg\beta\, g$

$tg\beta = \frac{a}{g}$

$T + 2ma\cdot\cos\alpha - 2mg\sin\alpha = 2ma_2$

$mg\cdot\cos\beta + ma\sin\beta - T = ma_2$

$ma(2\cos\alpha + \sin\beta) - mg(2\sin\alpha - \cos\beta) = 3ma_2$

$a_2 = \frac{g\,(2\cos\alpha\cdot tg\beta + \sin\beta\, tg\beta - \sin\alpha + \cos\beta)}{3}$

$\left(\frac{V_1}{P_2}\right)^2 = \left(\frac{V_0}{P_0}\right)^2 \frac{(tg^2 15 + 1)}{(tg^2 22{,}5 + 1)} \cdot \frac{tg^2 22{,}5}{tg^2 15}$

$\frac{2H}{a_2\cdot\cos\beta} =$

$(V_1P_0)^2\left(1 + \frac{1}{tg^2 22{,}5^\circ}\right) = (P_2V_0)^2\left(1 + \frac{1}{tg^2 15}\right)$

1: P_1, V_1, T_1

2: P_2, V_2, T_2

$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$

$\frac{P_2}{\ }$

$P_1^2V_0^2 + V_1^2P_0^2 = P_2^2V_0^2 + V_2^2P_0^2$

$V_0^2(P_1^2 - P_2^2) = P_0^2(V_2^2 - V_1^2)$

$\frac{P_0V_1}{P_1V_0} = tg(22{,}5^\circ)$

$\frac{P_2V_0}{P_0V_2} = tg\, 15^\circ$

$(P_1V_0)^2(1 + tg^2(22{,}5^\circ)) = P_0^2V_2^2(1 + tg^2 15)$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2}$

$\left(\frac{P_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2\left(\frac{1 + tg^2 15}{1 + tg^2 22{,}5}\right)$

21202298 (U367314 M1264877)

$\delta Q = 0 \to dU = -\delta A$

$\frac{dQ}{dT} = 0$

$C_V \nu dT = -PdV \quad \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = const$

$P = \frac{\nu RT}{V}$

$\frac{C_V}{R}\left(PdV + dP \cdot V\right) = -PdV \quad d(f) = f' dx$

$PdV\left(\frac{C_V}{R} + 1\right) = -dPV \quad \frac{2PdP}{P_0^2} + \frac{2VdV}{V_0^2} = 0$

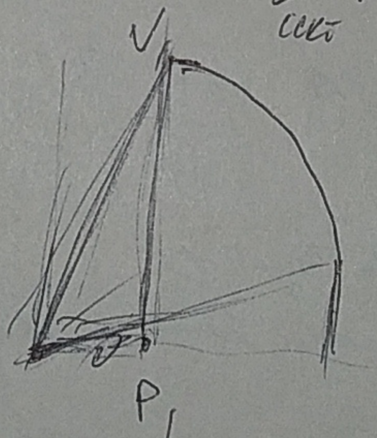
$\frac{P}{V} = \frac{dP}{dV} \frac{1}{\left(\frac{C_V}{R} + 1\right)} \quad \frac{dP}{dV} = -\frac{P_0^2}{V_0^2} \frac{V}{P}$

$\frac{P^2}{V^2} = \frac{P_0^2}{V_0^2}\left(\frac{1}{\frac{C_V}{R} + 1}\right)$

$tg\gamma = \frac{PV_0}{P_0 V} = \frac{P_0 V_0}{V_0 P_0}\sqrt{1}$

$S_{сект} = r^2 \frac{90 - 22{,}5 - 15}{360} \pi$

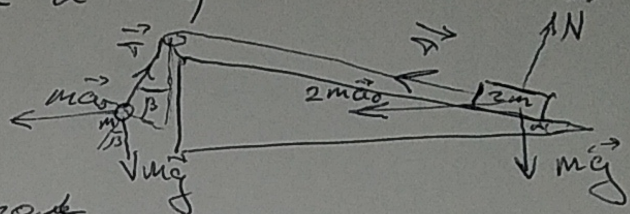
$dA = PdV$



Чистовик В. 11-06

Задача 1.

Пусть a_0 - ускорение клина. Перейдём в систему отсчёта связанную с ним и расcмотрим силы действ. на брусок и шарик в этой НИСО.



Если та часть нити, за которую привязан шарик состовляет постоянный угол с вертикальной стенкой клина, то в этой системе нет колебаний, а угол задаётся условием того, что равнодействующая всех сил направлена по нити.

т.е. $mg \cdot \sin\beta = ma_0 \cdot \cos\beta$ ~~так~~ следовательно

$$a_0 = g \cdot tg\,\beta \qquad \boxed{\left(\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{\frac{25}{169}} = \frac{5}{13} \Rightarrow tg\,\beta = \frac{5}{12}\right)}$$

$$a_0 = \frac{5}{12} g = [illegible]$$

Пусть a - ускорение бруска (относит. клина), из условие неразрывности таким же ускорением обладает и шарик.

И для 2-го з-на Нью для них в проекции на нить имеем

$$\begin{cases} T + 2ma_0 \cdot \cos\alpha - \cancel{2mg} \sin\alpha = 2ma \text{ - брусок} \\ mg \cdot \cos\beta + ma_0 \sin\beta - T = ma \text{ - шар} \end{cases} ; T \text{ - сила натяжения нити}$$

сложив эти ур-я имеем

$$ma_0(2\cos\alpha + \sin\beta) - mg(2\sin\alpha - \cos\beta) = 3ma \qquad \boxed{\left(\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}\right)}$$

$$a = \frac{g\left(2\cos\alpha \cdot tg\beta + \sin\beta\, tg\beta - 2\sin\alpha + \cos\beta\right)}{3} = g\,\frac{\frac{8}{5}\cdot\frac{5}{12} + \frac{5^2}{12\cdot 13} - \frac{6}{5} + \frac{12}{13}}{3} = 0{,}183\,g$$

ур-е кинематики для шарика в проекции на вертикаль:

$$H = \frac{a \cdot \cos\beta \cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}} \approx 3{,}44\sqrt{\frac{H}{g}}$$

1

Чистовик

Чистовик

$$S = \pi r^2 \cdot \frac{90° - 22{,}5° - 15°}{360°} + \frac{P_2 V_2}{2 P_0 V_0} - \frac{P_1 V_1}{2 P_0 V_0} = \frac{A_{12}}{P_0 V_0}$$

В итоге пусть $\frac{90 - 22{,}5 - 15}{360} = k \approx 0{,}146$, то

$$A_{12} = \frac{\left(P_1^2 V_0^2 + P_0^2 V_1^2\right)}{P_0 V_0} \cdot \pi k + \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2}.$$

Работа в процессе 2 находится из того, что

$$\Delta U + A'_{2-1} \approx 0 \Rightarrow A_{2-1} = C_V \cdot \nu (T_2 - T_1) = (P_2 V_2 - P_1 V_1) \frac{C_V}{R}$$

Искомое соотношение тогда: $\frac{A_4}{A_{1-2}} = \frac{A_{1-2} - A_{2-1}}{A_{1-2}} = \cancel{1 - \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{((P_1 V_0)^2 + (P_0 V_1)^2) \pi k}}$

$$= 1 - \frac{2 (P_2 V_2 - P_1 V_1) \left(\frac{C_V}{R}\right)}{\left(\frac{2((P_1 V_0)^2 + (P_0 V_1)^2) \pi k}{P_0 V_0} + P_2 V_2 - P_1 V_1\right)} = \ldots$$

4

V→

Чистовик

Значит $\Delta U = -\Delta A \Rightarrow C_V \nu dT = -PdV \Rightarrow \frac{C_V}{R}(PdV + dPV) = -PdV \Rightarrow$

$\Rightarrow PdV\left(\frac{C_V}{R} + 1\right) = -dPV \cdot \frac{C_V}{R}$

$$\frac{P}{V} = -\frac{dP}{dV} \cdot \frac{\frac{C_V}{R}}{\left(\frac{C_V}{R}+1\right)} \quad (*)$$

С другой стороны для 1-2 верно, что $\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = const$. Тогда

$$\frac{2PdP}{P_0^2} + \frac{2VdV}{V_0^2} = 0 \Rightarrow \frac{dP}{dV} = -\frac{V}{P} \cdot \frac{P_0^2}{V_0^2}$$

. подставим это в (*) и получим

$$\frac{P^2}{V^2} = \frac{P_0^2}{V_0^2} \cdot \frac{\frac{C_V}{R}}{\left(C_V/R + 1\right)}$$

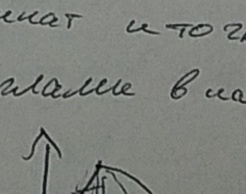
. Т.е. для тангенса угла γ между горизонтальной осью и радиусом к искомой точке имеем

$$tg\,\gamma = \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V_0}{V} = \sqrt{\frac{C_V/R}{C_V/R + 1}} = \sqrt{\frac{5/2}{7/2}} = \sqrt{\frac{5}{7}}$$

(этот тангенс соответствует примерно $40°$, т.е. эта точка принадлежит процессу 1-2).

3) Чтобы найти работу за 1-2 посчитаем площадь под процессом 1-2. Она складывается из площади сектора круга ограниченного дугой 1-2. Прямоугольного треугольника с острыми углами в начале координат и точке 2 и вычесть прямоуг. Δ-к. с острыми углами в начале коорд. и точке 1

Если r- радиус круга, то



3

Чистовик

Задача 2. В. 11-06

Пусть P_1, V_1, T_1 - параметры газа в точке 1
P_2, V_2, T_2 - параметры газа в точке 2.

$\alpha = 22{,}5^\circ$; $\beta = 15^\circ$

1) Из ур-я Менделеева - Клапейрона $\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2}$.

Т.к. т. 1 и т. 2 лежат на дуге окр-ти с центром в начале координат, то

$$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2+\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2=\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2+\left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 \Rightarrow (P_1V_0)^2+(P_0V_1)^2=(P_2V_0)^2+(P_0V_2)^2. \quad (1)$$

Так же заметим, что $tg\,\alpha = \frac{P_0V_1}{P_1V_0}$ и $tg\,\beta = \frac{P_2V_0}{P_0V_2}$

С учётом этого из (1) получаем

$$(P_1V_0)^2(1+tg^2\alpha) = (V_2P_0)^2(1+tg^2\beta) \Rightarrow \left(\frac{P_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{P_0}{V_0}\right)^2\left(\frac{1+tg^2\beta}{1+tg^2\alpha}\right)$$

и

$$(V_1P_0)^2\left(1+\frac{1}{tg^2\alpha}\right) = (P_2V_0)^2\left(1+\frac{1}{tg^2\beta}\right) \Rightarrow \left(\frac{V_1}{P_2}\right)^2 = \left(\frac{V_0}{P_0}\right)^2\left(\frac{1+tg^2\beta}{1+tg^2\alpha}\right)\left(\frac{tg^2\alpha}{tg^2\beta}\right)$$

перемножая эти выражения и извлекая корень получаем:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{(1+tg^2\beta)}{(1+tg^2\alpha)} \cdot \frac{tg^2\alpha}{tg^2\beta}$$

~~$tg\,\beta = tg\,15^\circ = 0{,}26$~~

$tg\,\beta = tg\,15^\circ = 0{,}268$

$tg^2\beta = 0{,}072$

$tg\,\alpha = tg\,22{,}5^\circ = 0{,}41$

$tg^2\alpha = 0{,}17$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1+0{,}072}{1+0{,}17} \cdot \frac{0{,}17}{0{,}072} \approx 2{,}16.$$

2) Если в процессе 1-2 существует точка такая, что теплоёмкость равна 0, это значит, что в окрестности этой точки
$\Delta Q = 0$

Часть 2

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

Шифр: **21202298**

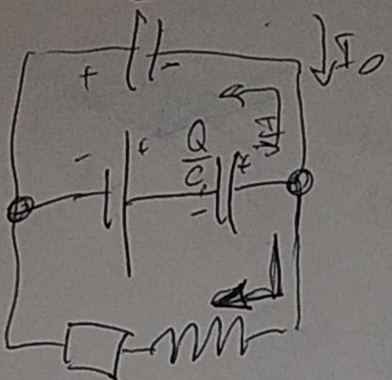
ID профиля: **367314**

Вариант 6

Черновик

$Q = UC$

$U = \frac{Q}{C}$ $\dot{q} = \frac{I_0}{C}$ $\mathcal{E} = \frac{Q^*}{C_1}$



$I_L R + \dot{I}_L L =$

$dQ = I_L^2 \cdot R\,dt$

$\frac{I_0}{C_2} + I$

$\mathcal{E} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$

$\mathcal{E} = \frac{Q}{C_1} + L\dot{I}_L + I_L R$

$\frac{Q}{C_2} = L\dot{I}_L + I_L R$ $\mathcal{E} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$

$I + I_0 = I_L R$ $\frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$

$W_{90} = W_1 + W_2 = \frac{9}{32}\mathcal{E}^2 C_1 +$

$+ \frac{1}{32}\mathcal{E}^2 C_2 =$

$\mathcal{E}^2 C \cdot \frac{3}{8} \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q\mathcal{E}$

$Q\mathcal{E} = \mathcal{E}\left(-\frac{3}{4}C\mathcal{E} + \mathcal{E}C = \frac{1}{4}\mathcal{E}^2 C\right.$

$Q =$

b

d

m, d, v_0, R, B

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B \cdot d \cdot v_0 dt}{dt} = B d v_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_0}{R} = \frac{B d v_0}{R}$$

$F = IBL$

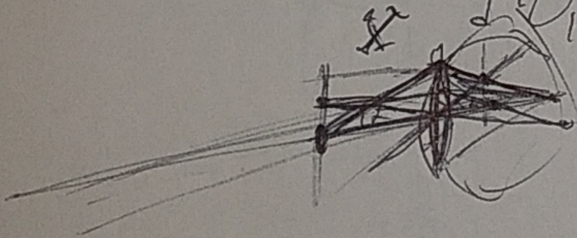
$$a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

$$\frac{mv^2}{R}$$

$$I = \frac{dv}{dt} = \frac{B^2 d^2 dx}{mR\, dt}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{q^2}{2L}$$

$$(v_1 - v_0) = \frac{B^2 d^2}{mR} \cdot (d + d)$$



$$v_1 = \frac{B^2 d^3}{mR} + v_0 - \frac{B^2 d^3}{mR}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{8}{7}$$

$$D = \frac{1}{x} + \frac{1}{d} \to \frac{1}{l} + \frac{1}{d} = D + D_2 \to \frac{1}{l} = D_2 - D_1$$

$$\frac{1}{d} = D + D_1$$

Чистовик В 11-06

Задача 3.

1) До замыкания ключа на конденсаторах равные заряды

На c_1 падает напряжение $U_1 = \cancel{\frac{QC_1}{QC_1+QC}} \frac{\frac{Q}{c_1}}{\frac{Q}{c_1}+\frac{Q}{c_2}} \cdot \mathcal{E} = \mathcal{E}\cdot\frac{c_2}{c_1+c_2} =$

$= \mathcal{E}\cdot\frac{3}{4}$, а на c_2 $U_2 = \frac{c_1}{c_1+c_2}\cdot\mathcal{E} = \frac{1}{4}\mathcal{E}$.

Т.е. разность потенциалов на ветке R-L сразу после ~~подключения~~ замыкания равна $U_2 = \frac{1}{4}\mathcal{E} = L\dot{I}_L \Rightarrow \dot{I}_L = \frac{\mathcal{E}}{4L}$.

2) После замыкания ключа ток будет течь через резистор до тех пор, пока разность потенциалов на C_2 не станет равна 0. Т.е. З-н Кирхгофа примет вид

$\mathcal{E} = Q_1/C_1 \Rightarrow Q_1 = \mathcal{E}C$. До замыкания ключа энергия системы $W_{до} = \frac{\mathcal{E}^2\cdot\frac{3}{4}C}{2} = \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2$. После замыкания, если выделится тепло $Q_{дж}$, а источник совершит работу $A_{ист} = \Delta q\,\mathcal{E} = \mathcal{E}(\mathcal{E}C - \frac{3}{4}\mathcal{E}C) = \frac{\mathcal{E}^2C}{4}$, то из ЗСЭ имеем

$W_{до} + A_{ист} = Q_{дж} + \frac{\mathcal{E}^2C}{2}$ ($\frac{\mathcal{E}^2C}{2}$ – энергия конденсатора C_1 после замыкания)

и тогда $Q_{дж} = \left(\frac{3}{8}+\frac{1}{4}-\frac{1}{2}\right)\mathcal{E}^2C = \frac{1}{8}\mathcal{E}^2C$.

3) В каждый момент времени, если Q_1 и Q_2 заряды на C_1 и C_2 соответственно, то $\mathcal{E} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = const$.

А значит $\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2\frac{C_1}{C_2}$. В данный момент времени $\dot{Q}_1 = -I_0\frac{C_1}{C_2}$

2

1

21202298 (U367314 M1264878)

Чистовик

А значит через нижнюю ветку течёт ток

$I_R = I_0 + |\dot{Q}| = I_0 \left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) = \frac{4}{3} I_0$, и падение напр. на резисторе $U_R = R \cdot I_R = \frac{4}{3} I_0 R$.

Задача 4.

1) При входе в поле поток через рамку начинает менятся → → возникает ЭДС индукции $|\mathcal{E}| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot v_0 \cdot \Delta t \cdot d}{\Delta t} = B v_0 d$.

Ток через рамку $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$. На рамку нач. действ. сила Лоренца, выталкивающая её и

$a = \frac{B^2 v_0 d^2}{mR}$

2) Для произвольного момента времени пока рамка ещё не вошла в поле полностью

$a = -\frac{B^2 v d^2}{mR} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 d^2}{mR} \cdot \frac{dx}{dt} \Rightarrow dv = -\frac{d^2 B^2}{mR} \cdot dx$.

Суммируя имеем $(v_1 - v_0) = -\frac{B^2 d^3}{mR}$ →

$\Rightarrow v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{mR}$. В момент когда рамка полностью войдёт в поле поток перестанет изменятся - пропадёт сила Лоренца → скорость останется постоянной. Т.о. v_1 - искомая.

3) Когда рамка начнёт выходить из поля со скоростью v на неё всё так же будет действовать ускорение $a = -\frac{B^2 v d^2}{mR}$

и суммируя опять имеем $(v_2 - v_1) = -\frac{B^2 d^2}{mR}(d - 0) \Rightarrow v_2 = v_1 - \frac{B^2 d^3}{mR} = v_0 - \frac{2 B^2 d^3}{mR}$

Чистовик. Задача 5

Пусть D_1 - опт. сила очков для рассматривания далёких предметов, D_2 - текста на расстоянии $25 см = L$.
d - расстояние от фокусирующей части глаза до хрусталика.

1) Если x - предельное расстояние, на котором человек сможет прочитать текст, а D - минимальная опт. сила его глаз, то $D = \frac{1}{x} + \frac{1}{d}$ (1), в очках для чтения с 25 см

$\frac{1}{L} + \frac{1}{d} = D + D_2$ (2), а для далёких предметов:

$\frac{1}{d} = D + D_1$ (3). Из последних двух уравнений $\frac{1}{L} = D_2 - D_1$

С учётом того, что $\frac{D_1}{D_2} = \frac{7}{3}$ $\frac{1}{L} = -\frac{4}{3} D_2 \Rightarrow D_2 = -3$ дптр и $D_1 = -7$ дптр.

а из 1-го и второго ур-й имеем $\frac{1}{L} - \frac{1}{x} = D_2$ и

$\frac{1}{x} = \frac{1 - D_2 L}{L} \Rightarrow x = \frac{L}{1 - D_2 L} = \frac{0{,}25}{1 + 0{,}75} = \frac{1}{7}$ м $\approx 0{,}143$ м

2) Если D_3 - очки для работы с компьютером, то $D_3 + D = \frac{1}{r} + \frac{1}{d}$, где $r = 50$ см. Вычитая из этого (2) имеем

$D_3 - D_2 = \frac{1}{r} - \frac{1}{L} \Rightarrow D_3 = 2 - 4 - 3 = -5$ дптр.

3