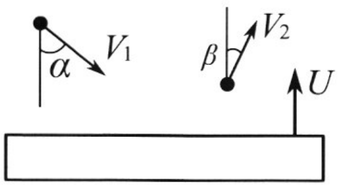
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02** Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



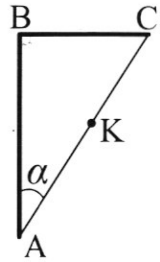
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

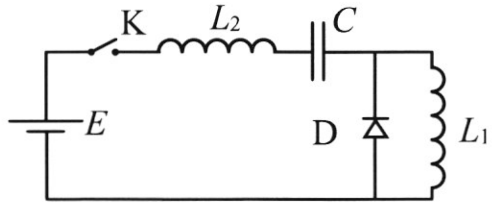
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

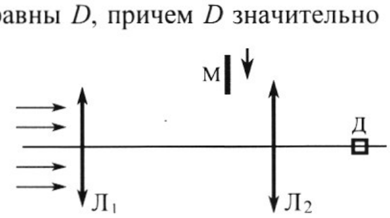
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

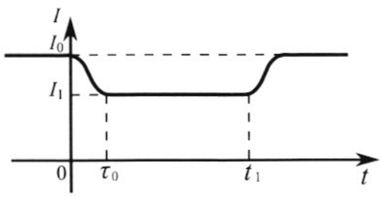
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу $Л_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

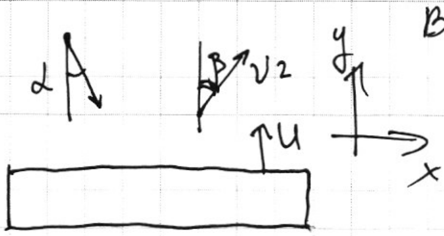
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1)



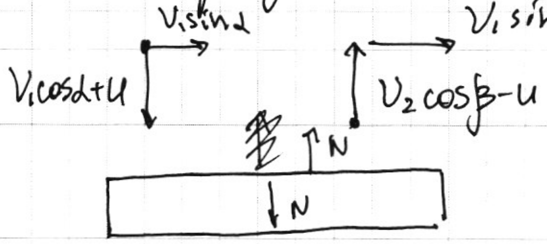
Во время столкновения на ось x не действует ни одна сила, т.к. поверхность гладкая

Зн, $\Delta p_x = 0$ => ЗСИ на O_x:

$$mV_1 \sin\alpha = mV_2 \sin\beta$$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 2V_1 = 12 \text{ м/с}$$

2) Перейдем в ИСО, связанную с плитой.



На шарик действует сила N со стороны плиты

$$N = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(v_1 \cos\alpha + V_2 \cos\beta)}{\Delta t}$$

Для того, чтобы пластина оставалась неподвижна на нее нужно подействовать той же силой N. Т.к удар не упругий, то $E_{к1} \neq E_{к2}$

Если бы удар был упругий: $v_1 \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u$

$$u = \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$$

Однако, т.к удар − неупругий, то $v_2 \cos\beta - u \leq v_1 \cos\alpha + u$

$$u > \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} \Rightarrow u > 4\sqrt{2} - \sqrt{5} \text{ м/с}$$

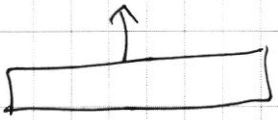
; При абсолютно неупругом ударе: $m(v_2 \cos\beta - u) = 0$

~~Ответ: 12 м/с; $(4\sqrt{2} - \sqrt{5}; +\infty)$ м/с~~

$$u = \frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot 12 = 8\sqrt{2} \text{ м/с}$$

ЗСЭ: $A_{вн.сил} = N v \Delta t = N \Delta t \cdot u = m(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) u$

$$m(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) u = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} + Q$$



$$m(v \cos\beta - u) = u$$

$$u = \frac{v \cos\beta}{2};$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда диапазон скоростей будет лежать от случая с упругим ударом до случая с абсолютно неупругим ударом.

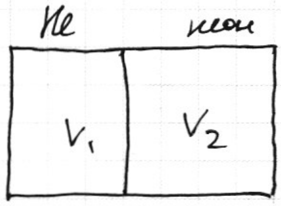
$u \in (4\sqrt{2}-\sqrt{5};\ 8\sqrt{2})$ м/с

Ответ: $(4\sqrt{2}-\sqrt{5};\ 8\sqrt{2})$ м/с; 12 м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1)



Запишем Клайп-Менделеева:

$p_1V_1 = \nu_1 RT_1$

$p_2V_2 = \nu_2 RT_2$, т.к. трения нет то для равновесия поршня: $p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ (т.к $\nu_1 = \nu_2$ по усл.)

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$

2) Т.к сосуд теплоизолирован, то $\Sigma Q = 0$

Запишем для всей системы:

$U_{к_1} + U_{к_2} - U_{н_1} - U_{н_2} = 0$, $U_к$ и $U_н$ - внутр. энергии в конце и в начале.

~~Т.к. работа совершается~~

Работа газов для всей системы равна нулю.

В уст. режиме: $U_{к_1} = \frac{3}{2}\nu RT_0$; $U_{к_2} = \frac{3}{2}\nu RT_0$

$U_{н_1} = \frac{3}{2}\nu RT_1$; $U_{н_2} = \frac{3}{2}\nu RT_2$ - в начале.

$3\nu RT_0 - \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) = 0 \Rightarrow T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 385К$

3) Отданное неоном кол-во теплоты:

$Q = \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT_0 + A$

Запишем Клайп-Менделеева в диф. форме:

1: $pdV_1 + V_1dp = \nu RdT_1$ $\quad dV_1 = -dV_2$; $dT_1 = -dT_2$

2: $pdV_2 + V_2dp = \nu RdT_2$, сложим эти уравн.

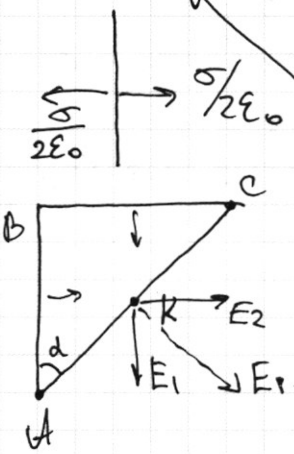
$(V_1+V_2)dp=0$; $V_1+V_2=V_0$ => $dp=0$ => $p=const$.

Значит, процесс изобарный.

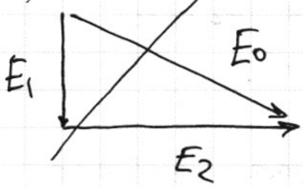
Значит $Q_{отд} = C_p \nu \Delta T = \frac{5}{2}\nu R(T_1-T_0) = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55 =$
$= \frac{3}{5}\cdot 8{,}31\cdot 55 = 33\cdot 8{,}31 = 274{,}23$ Дж.

№3.

~~1) Напряженность бесконечной плоскости $-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (Из т. Гаусса). Зн, изначально в точке K напряженность равнялась $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ Потом появилось поле $E_2=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ Значит, результир. поле $E_p=\frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}=\sqrt{2}E_1$ То есть поле увеличилось в $\sqrt{2}$ раз.~~

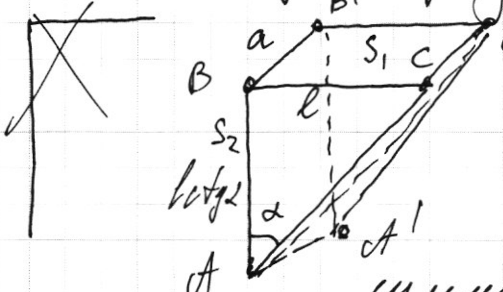


~~2) По аналогии с пунктом 1~~



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3. Рассмотрим фигуру, показанную на рис.



Поток через такую фигуру равен $\frac{q}{\varepsilon_0}$, т.к. зарядов на ней нет, то суммарный поток равен нулю.

Пусть сверху - 1ая плоскость, снизу - 2ая плоскость.

$\Phi_1 = -E_1 S_1$; $\Phi_2 = -E_2 S_2$; $S_1 = BC \cdot BB' = al$.

$S_2 = BB' \cdot AB = l\,ctg\,\alpha \cdot a$

Φ_1 и Φ_2 отриц., т.к E направлено против нормали.

$-E_1 S_1 - E_2 S_2 + \Phi_3 = 0$, где Φ_3 - поток через $AA'C$.

~~$\Phi_3 = E(S_1+S_2)$~~ $\Phi_3 = E_1 S_1 + E_2 S_2$.

1) В 1ом случае: $E_1 = E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $S_1 = S_2$

$\Phi_3 = 2E_1 S_1 = 2 \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} al = E_0 S_3$, E_0 - результ. поле,

S_3 - площадь ACC' ; $S_3 = a \cdot \frac{l}{\cos\alpha} = \frac{al}{\sqrt{2}} \cdot 2 = \sqrt{2} al$.

$E_0 = \frac{\sigma al}{\varepsilon_0 \cdot \sqrt{2} al} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0}$. Когда была заряжена только 1 плоскость $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow \frac{E_0}{E} = \sqrt{2}$

2) Во 2-ом случае:

$E_1 = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $S_1 = al$; $S_2 = al\,ctg\alpha$; $S_3 = \frac{al}{\sin\alpha}$

По аналогии: $\frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot al + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} al\,ctg\alpha = E_0 \frac{al}{\sin\alpha}$

$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(4\sin\alpha + \cos\alpha) = E_0$, E_0 - напряженность у пл-ти $AA'C$

~~$\sin\frac{\pi}{8}$~~

$$E_0 = (4\sin\alpha + \cos\alpha)\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}, \text{ где } \alpha = \frac{\pi}{8}$$

~~Ответ: $\sqrt{2}$; $(4\sin\alpha + \cos\alpha)\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~

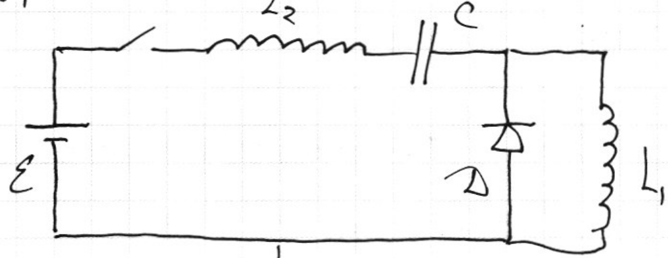
т.к. $\sin\alpha = \frac{\sqrt{\sqrt{2}-1}}{\sqrt{2}}$, $\cos\alpha = \frac{\sqrt{\sqrt{2}+1}}{\sqrt{2}}$

$E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\frac{4\sqrt{\sqrt{2}-1}}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{\sqrt{2}+1}}{\sqrt{2}}\right)$

Ответ: $\sqrt{2}$; $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\frac{4\sqrt{\sqrt{2}-1}+\sqrt{\sqrt{2}+1}}{\sqrt{2}}\right)$

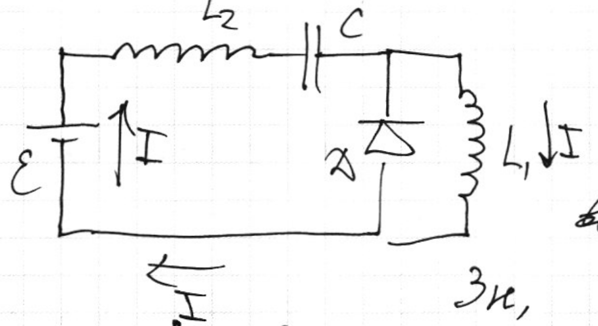
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



Во время колебаний будет 2 случая: 1ый - ток идет по напр. батарейки и 2-против.

1)



Т.к. диод „закрыт" в этом направлении, то весь ток пойдет через L_1, зн. $\mathcal{E} = L_2\dot{I} + L_1\dot{I} + U_c$

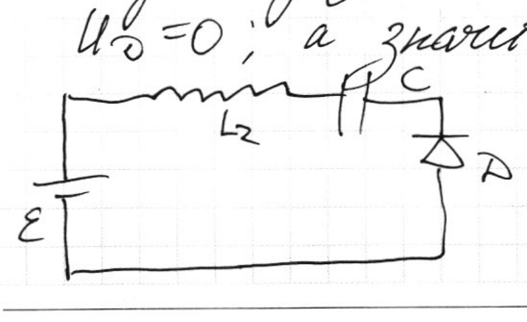
Т.к $\dot{I} = \ddot{q}$, то $\mathcal{E} = (L_1+L_2)\ddot{q} + \frac{q}{C}$

Введем замену: $q' = q + C\mathcal{E}$; $\ddot{q}' = \ddot{q}$

$(L_1+L_2)\ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$ — уравнение гарм. колебаний с периодом $T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$, ток идет в этом направлении пол периода, зн.

$t_1 = \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

2) В этом случае диод открыт, весь ток пойдет через него, т.к диод - идеальный, то $U_D = 0$; а значит через катушку тока нет.

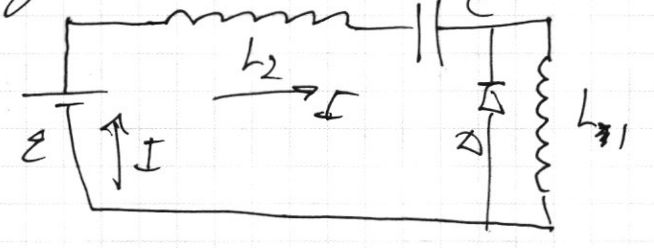


В этом случае $T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C}$, ток идет в этом напр. пол периода ~~T_2~~ $t_2 = \pi\sqrt{L_2C}$

$$T = t_1 + t_2 = \pi\sqrt{L_2 C} + \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = \pi\sqrt{2LC} + \pi\sqrt{5LC} =$$

$$= \pi\sqrt{LC}\,(\sqrt{2}+\sqrt{5})$$

2) Очевидно, что максимальный ток через L_1 возможен только в 1-ом случае.



Если ток – максимален, то $\dot{I} = 0$; $\mathcal{E}_{i_1} = -L_1\dot{I} = 0$;

$\mathcal{E}_{i_2} = -L_2\dot{I} = 0$

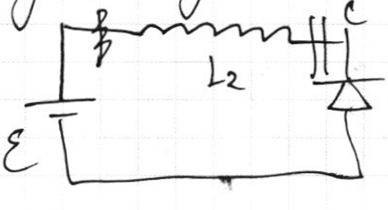
$\mathcal{E} = q/C \Rightarrow q = C\mathcal{E}$ – заряд на конденсаторе.

ЗСЭ: $A_б = q\mathcal{E} = C\mathcal{E}^2$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - 0 + \frac{(L_1+L_2)I_{01}^2}{2} \Rightarrow C\mathcal{E}^2 = (L_1+L_2)I_{01}^2$$

$$I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$$

3) Максимальный ток через катушку 2 будет тогда, когда ток через L_1 равен 0.



$\mathcal{E} - L_2\dot{I}_{02} = \frac{q}{C}$; т.к. $\dot{I}_{02} = 0$

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} \Rightarrow q = C\mathcal{E}$

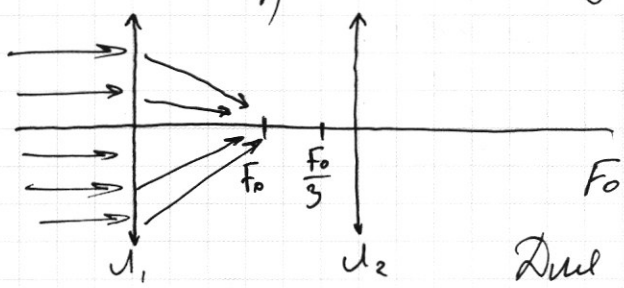
по аналогии с пунктом 2

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2} \Rightarrow C\mathcal{E}^2 = L_2 I_{02}^2 \Rightarrow I_{02} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\,\mathcal{E}$$

Ответ: $\pi\sqrt{LC}(\sqrt{2}+\sqrt{5})$; $\sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$; $\sqrt{\frac{C}{2L}}\,\mathcal{E}$.

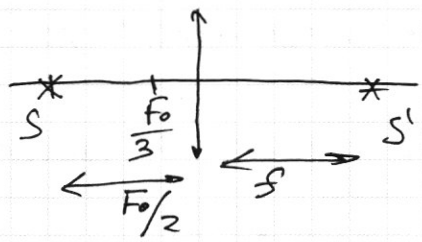
№5

1)



Лучи, проходящие парал. главной опт. оси фокусируются в F_0. Зн, будет изображение в F_0 после прохождения 1 линзы.

Для линзы 2:

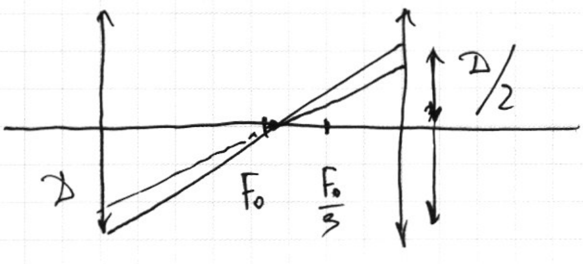


Ур-ние тонкой линзы:

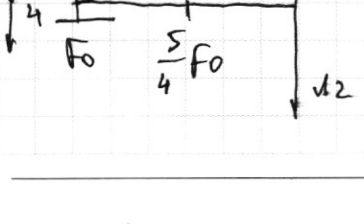
$$\frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{f}$$

$f = F_0$; т.к свет фокусируется на фотодетекторе, то расстояние между Л$_2$ и фотодет. $- F_0$

2) По усл: $I \sim P$. т.к интенсивность одинаковая, то $P \sim S$, где S - площадь сечения в плоскости мишени.



Из подобных треуг. - свет попадает на линзу, только на высоте $\leq D/2$



Мишень начинает перекрывать свет. В момент времени τ_0 - она будет полност. находиться в „пучке", до этого только её часть.

За время T_0 мишень опустится на d, где d - ее диаметр. Т.к ток уменьшился на $\frac{1}{9}I_0$, то площадь тоже уменьшилась на $\frac{1}{9}S_0$, где S_0 - площадь ~~сечения~~ сечения. $S_0 = \frac{\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2}{4}$

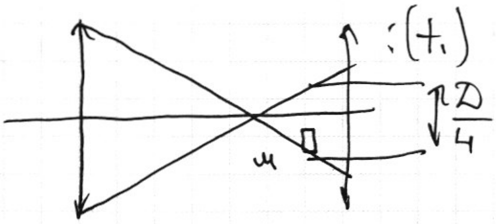
$\frac{1}{9}S_0 = S_м$, где $S_м$ - площадь мишени.

$S_м = \frac{1}{4}\pi d^2 \Rightarrow \quad \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{9}\cdot\frac{1}{4}\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2$

$d = \frac{1}{3}\cdot\frac{D}{4} = \frac{D}{12}$

Значит мишень опустится на $\frac{D}{12}$; $v = \frac{D}{12T_0}$

3) К моменту t_1 мишень начнет вылетать из „пучка"



Значит, за время t_1 она пролетит расст. $D/4$

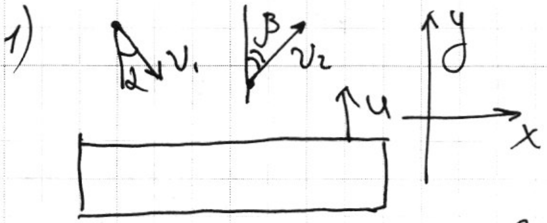
$vt_1 = \frac{D}{4} \Rightarrow t_1 = 3T_0$

Ответ: F_0; $\frac{D}{12T_0}$; $3T_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1)



Во время столкновения на ось x не действует ни одна сила, т.к поверхн. гладкая.

Зн. $\Delta p_x = 0 \Rightarrow$ ЗСИ на Ox: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \frac{2/3}{1/3} = 2 v_1 = 12$ м/с

~~pdV+Vdp~~

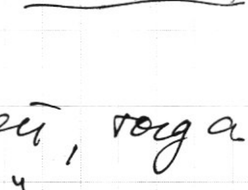
$Q_+ = pdV + \frac{3}{2}\nu R dT$

$Q_- = -pdV - \frac{3}{2}\nu R dT$

2)

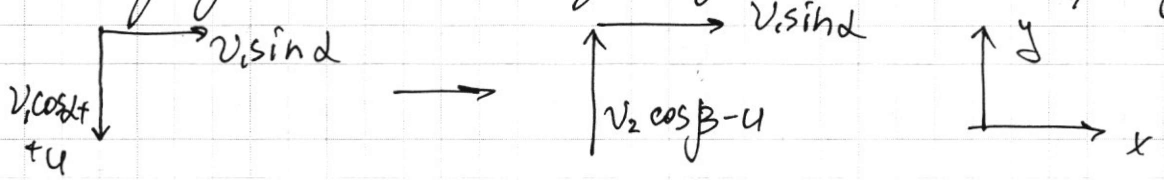
~~Запишем ЗСИ для всей системы на Oy:~~

~~$Mu - m v_1 \cos\alpha = Mu' + m v_2 \cos\beta$; u' - скорость после неупругого столкновения.~~



~~$M(u - u') = m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$~~

Перейдем в ИСО, связанную с плитой, тогда



Т.к скорость плиты неизменна, то

ЗСИ на Oy: $-m(v_1\cos\alpha + u) = + m(v_2 \cos\beta - u)$

$v_2 \cos\beta$

$pV = \nu R T_2$

$p(V_0 - V) = \nu R T_1$

$\Delta Q = p\Delta V + \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

$dQ = \frac{T}{V} dV + \frac{3}{2} dT$

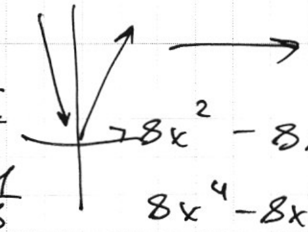
$c = c_v + \frac{R}{1 + \frac{V}{p}\frac{dp}{dV}}$

$\cancel{m}$ mv

$$N u \Delta t = \cancel{m} u (v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) - \frac{\cancel{m}(v_1 \cos\alpha + u)^2}{2} - \frac{\cancel{m}(v_2 \cos\beta - u)^2}{2}$$

$$2u (v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) = -v_1^2 \cos^2\alpha \cancel{- 2u v_1 \cos\alpha} + v_2^2 \cos^2\beta + \cancel{2u v_2 \cos\beta}$$

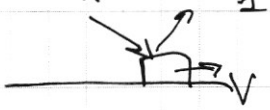
$$2\sin\frac{\pi}{8} = \sqrt{1}$$



$$2x\sqrt{1-x^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad 8x^2 - 8x^4 = 1 \qquad u = \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{4}$$

$$x^2(1-x^2) = \frac{1}{8} \qquad 8x^4 - 8x^2 + 1 = 0 \Rightarrow x^2 = \frac{4 \pm \sqrt{8}}{4}$$

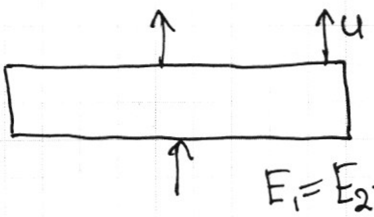
$$x^2 = \frac{1 \pm \sqrt{\frac{1}{2}}}{1} = \frac{\sqrt{2} \pm 1}{2} \qquad \frac{\sqrt{\sqrt{2}-1}}{\sqrt{2}} \qquad \sin\alpha = \left(\frac{V_1}{V_0 - V}\right) = \frac{T_1}{T_2}$$



$$Q = -\Delta E$$

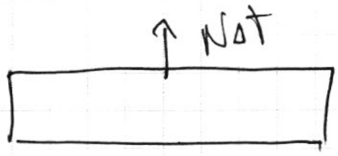
$$\frac{(V_0 - V)dV + VdV}{(V_0-V)^2} = \frac{T_2 dT_1 - T_1 dT_2}{T_2^2}$$

$$Mu^2 = Mu^2 + \cancel{m v_1 \cos\beta} \qquad \cos\alpha =$$



$\cancel{Q = \Delta E}$

$$E_1 = E_2 + Q$$



$$pV = \nu R T_1$$

$$p(V_0 - V) = \nu R T_2$$

$$A = Nu\Delta t = \frac{m(v_2 \cos\beta)^2}{2} - \frac{m(v_1 \cos\alpha)^2}{2}$$

$$\frac{6\sqrt{5}}{3} ; \frac{12\sqrt{8}}{3}$$

$$\frac{6\sqrt{5}}{3} ; \frac{24\sqrt{2}}{3} \; 8\sqrt{2} \qquad \frac{24\sqrt{2}}{6\sqrt{5}} = \frac{v_{2y}}{v_{1y}} = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{32}{5}}$$

$2\sqrt{5}$

$$-m(v_1 \cos\alpha + u) = m(v_2 \cos\beta - u) \qquad \sqrt{\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}}$$

$$\downarrow v_1 \cos\alpha \qquad \uparrow v_2 \cos\beta = 2 v_1 \cos\beta \qquad (\sqrt{2} - 1)^2 \qquad \frac{V_0\, dV}{(V_0 - V)^2} = \frac{T_2 dT_1 - T_1 dT_2}{T_2^2}$$

$$\uparrow u \qquad \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 \qquad \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2}\right)^2$$

$$\sqrt{\sqrt{2} - 1} = \left(\frac{1}{2} - \sqrt{2}\right)^2 \qquad \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 1\right)^2 \qquad \frac{1}{2} + 1$$

$$\frac{\sqrt{2 - \sqrt{2}}}{\sqrt{2}} \qquad (1 - \sqrt{2})^2 = 2 + 1 - 2\sqrt{2}$$

$$pdV + Vdp = \nu R dT_1 \qquad A = Nu\Delta t$$

$$2u(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) = \cancel{(v_1 \cos\alpha + u)}$$

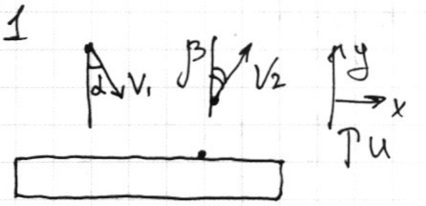
$$= v_1^2 \cos^2\alpha - v_2$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

1) 

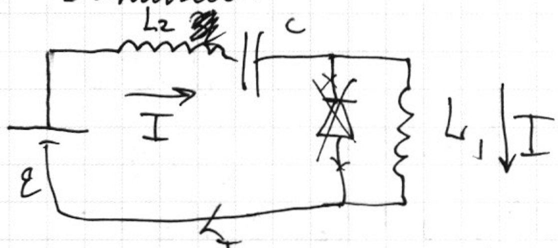
Введем ось x и y

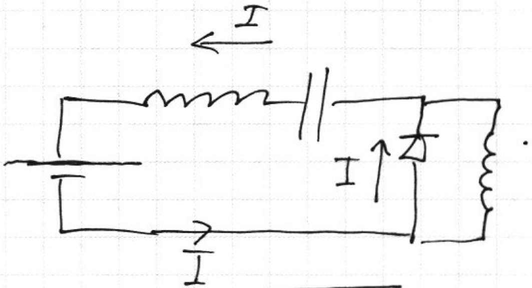
На Ox: ~~вол~~ время столкновения сил на Ox нет, т.к. поверхность гладкая ($F_{тр}=0$)

Запишем ЗСИ на Ox: $mV_1\sin\alpha = mV_2\sin\beta$

$V_2 = V_1\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = V_1\dfrac{2/3}{1/3} \Rightarrow V_2 = 2V_1 = 12$ м/с.

2) Запишем



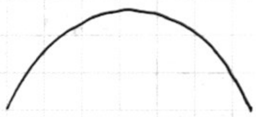


$\mathcal{E} = (L_1+L_2)\ddot{q} + \dfrac{q}{C}$

$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

~~$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C}$~~

~~$\dfrac{T_1}{2}+\dfrac{T_2}{2} = T_0 = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2}+\sqrt{L_1+L_2}\right)$~~



$\mathcal{E} = \cancel{(L_1+L_2)\dot{I}}^{\,0} + \dfrac{q}{C}$; $\mathcal{E} = \dfrac{q}{C}$; $q = C\mathcal{E}$

$C\mathcal{E}^2 = \dfrac{C\mathcal{E}^2}{2} + \dfrac{(L_1+L_2)I^2}{2} \Rightarrow (L_1+L_2)I^2 = C\mathcal{E}^2$

$\mathcal{E} = \dfrac{q}{C}$

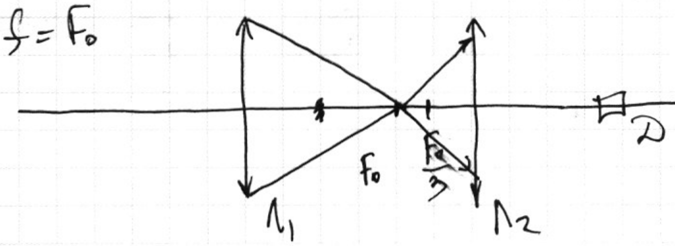
$I_{01} = \sqrt{\dfrac{C}{L_1+L_2}}\,\mathcal{E}$

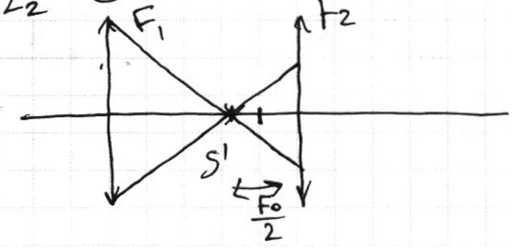
$\dfrac{3}{F_0} = \dfrac{2}{F_0} + \dfrac{1}{f}$

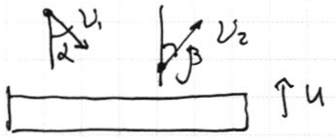
$\dfrac{C\mathcal{E}^2}{2} = \dfrac{L_2 I_{02}^2}{2} \Rightarrow I_{02} = \sqrt{\dfrac{C}{L_2}}\,\mathcal{E}$

*

$f = F_0$



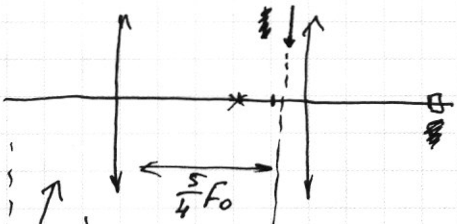




$mv_1\cos\alpha + mv_2\cos\beta = \Delta p$

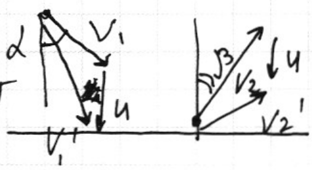
$M(u-u') = \Delta p$

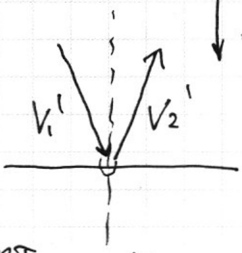
$f = F$



$p = \frac{I}{V}$ $\quad \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2}$

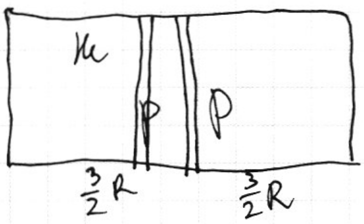
$dQ = pdV + \frac{3}{2}\nu R dT$





$I \sim P \sim S$

$S = \frac{1}{9}\pi\frac{D^2}{4}$



$pV_1 = \nu RT_1$

$pV_2 = \nu RT_2$

$\frac{V_Г}{V_{Неон}} = \frac{3}{4}$

$\frac{V_Г}{V_{Неон}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

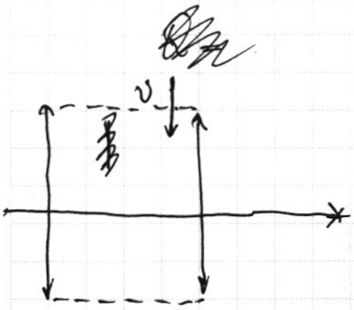
$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{1}{9}\frac{\pi D^2}{4}$

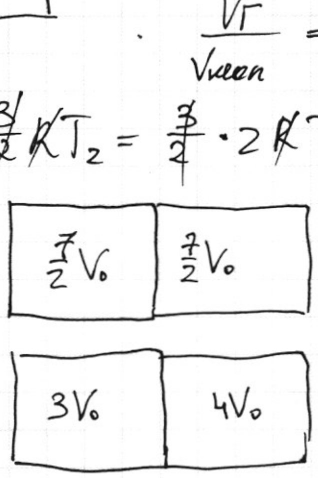
$T_{уст} = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{770}{2} =$

$= 385\ K$

$\frac{3}{2}RT_1 + \frac{3}{2}RT_2 = \frac{3}{2}\cdot 2RT_{уст}.$

$d = \frac{1}{3}D$





гел.

$pV_Г = \nu RT_Г$

$pV_Н = \nu RT_Н.$

$\frac{V_Г}{V_Н} = \frac{T_Г}{T_Н}.$

$\times\ 8{,}31$
33
2493
2493
$274{,}23$
330
$8{,}31$
$274{,}23$

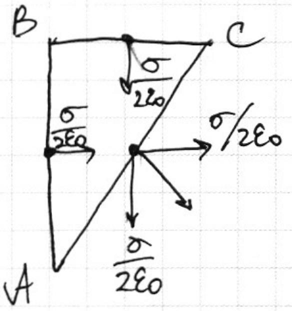
S

$p = \frac{\nu RT}{V} \Rightarrow p = const$ $\quad \frac{V}{T} = const$

$\times\ 8{,}31$
33
2493

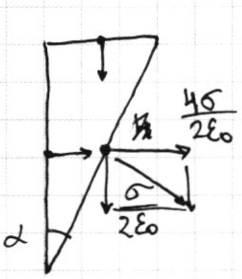
$\Delta Q_1 = c_p\nu\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55$

$\Delta Q_1 = 274{,}23$ Дж.



$\frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}$ 1) в $\sqrt{2}$ раз

$\sqrt{17}$ р.



$v = \frac{d}{T_0} = \frac{D}{3T_0}$

$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{D}{D}\cdot 3T_0 = 3T_0$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

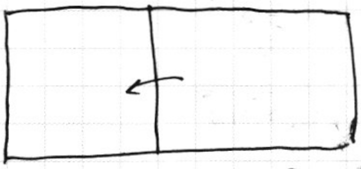
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$dQ = pdV + \frac{3}{2}\nu R dT$

$\Sigma\Phi =$

$|-dQ| = +pdV + \frac{3}{2}\nu R dT$

$\cancel{0 = Q_0 - Q_+ + Q_- =}$

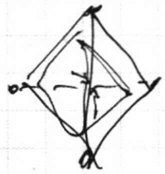
$pV = \nu RT \;;\; pdV + Vdp = \nu R dT$

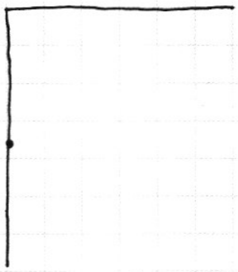
$V = \frac{m}{\rho} = \frac{mRT}{p\mu}$

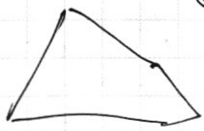
$-pdV + (V_0 - V)\,dp = \nu R dT$

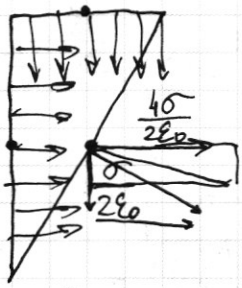
$\cancel{V_0 dp = \nu R dT \;;\; p = p_0 + \frac{\nu R}{V_0}}$

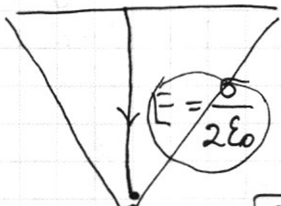
$V_0 dp = \nu R (dT_1 - dT_2)$



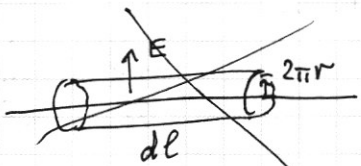


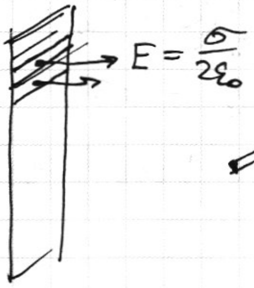


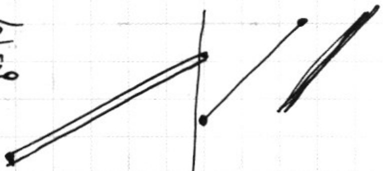




$\sqrt{17}\,E = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

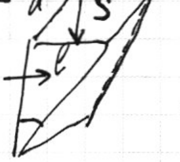






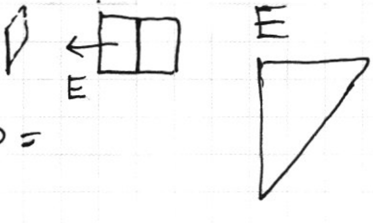
$\cancel{E = \frac{}{2\pi r dl}}$

$\frac{\pi}{8} = 22{,}5^\circ$



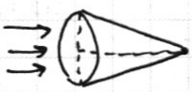
$S = al$

$S' = al\,ctg\alpha$



$\Sigma\Phi = 0$

$\Phi =$



$al\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + al\,ctg\alpha\frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} = ES^{4}$

$\cancel{al}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + 4\cancel{al}\,ctg\alpha\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{E\cancel{al}}{\sin\alpha}$

$S^{4} = a\frac{l}{\sin\alpha}$

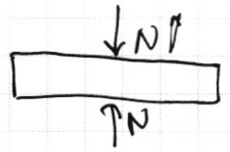
$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha}$

$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + 4ctg\alpha\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{E}{\sin\alpha}$

$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(\sin\alpha + 4\cos\alpha) = E$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

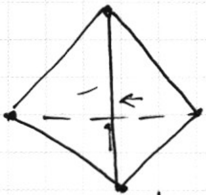
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

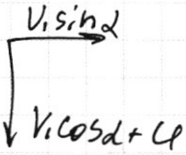


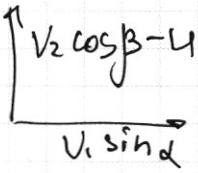
$$N\Delta T = m(v_2\cos\beta - u) + m(v_1\cos\alpha + u)$$

$$N\Delta T = m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$$

$$(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)u = \frac{1}{2}\cdot 6\cdot 18 \quad \sum\Phi = q/\varepsilon_0 = 0$$







$u = \frac{54}{}$ $\qquad v_2 = v_1$

$\downarrow u - u'$

$$\cancel{m(v_1\cos\alpha + u) = -m(v_2\cos\beta - u) + M(u - u')}$$

$$m\frac{(v_1\cos\alpha + u)^2 + \cancel{(v_1\sin\alpha)^2}}{2} = m\frac{(v_2\cos\beta - u)^2 + \cancel{(v_1\sin\alpha)^2}}{2} \neq$$

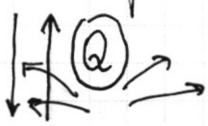
$$\neq \frac{M(u - u')^2}{2}$$

$$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta - u$$

$$u = \frac{v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta}{2} = v_1\frac{\frac{\sqrt{5}}{3} + 2\cdot\frac{\sqrt{8}}{3}}{2} =$$

mv $\qquad \cancel{\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}}$

$=$ $\qquad \downarrow v_1\cos\alpha + u \quad \uparrow v_2\cos\beta - u$



n

$$v_1\cos\alpha \neq u = \cancel{}$$

$$-v_1\cos\alpha - u = \alpha(v_2\cos\beta - u)$$

$\downarrow v_1\cos\alpha + u \qquad \uparrow v_2\cos\beta - u.$

$\alpha < 1$

$\alpha < 1 \qquad u(1 \cancel{-\alpha}) > 1$

$$-\alpha(v_1\cos\alpha + u) = v_2\cos\beta - u \qquad u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{1-\alpha}$$

$$u(1-\alpha) = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha \qquad Fdx = Fudt$$

$$N\Delta T = m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$$

$Fdt \qquad m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)u = \frac{m(v_1\cos\alpha)^2}{}$

Fdx

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)