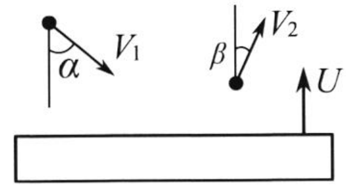
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-03**

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 12 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\frac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\frac{1}{3}\right)$ 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.

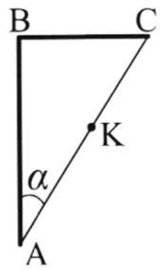
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 350 К, а азота T_2 = 550 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

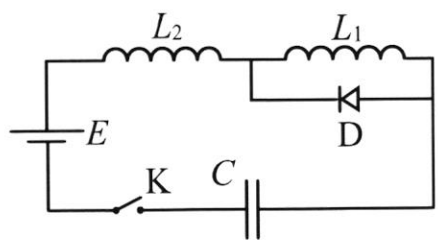
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1=3\sigma, \sigma_2=\sigma$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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_1.

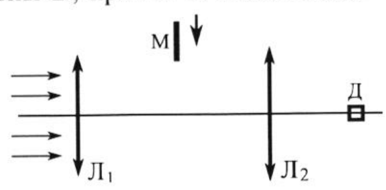


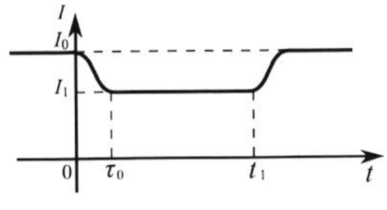
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. 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 F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 5I_0/9$.





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

Задание 3.

Дано:

1) $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^0$

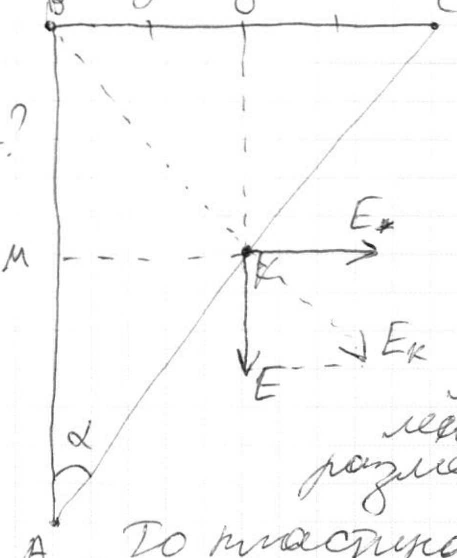
~~$\frac{E_k}{E_k}$?~~ $\frac{E_k}{E}$ – ?

2) $\sigma_1 = 3\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$.

$\alpha = \pi/5$.

E_k – ?



1) т.к. т.К – середина AC, то п.т. Фалеса для AB и KO. BO = OC, Аналогично: MB = AM = BO = OC.

т.к. $tg\alpha = \frac{BC}{AB} = 1$

то $BC = AB$.

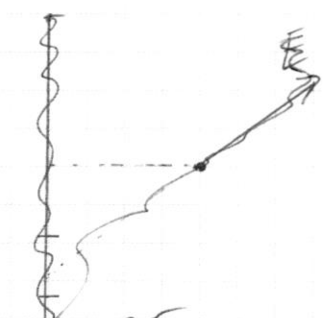
А значит в силу эквивалентности расположения и размера BC к т.К и AB к т.К, то пластина BC будет создавать напряжённость Э.П. в т.К E, такую же как пластина AB в т.К E. ($E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$)

Тогда справедлива их суперпозиция полей:

$E_k = \sqrt{E^2 + E^2} = E\sqrt{2}$

$\Rightarrow \frac{E_k}{E} = \frac{E\sqrt{2}}{E} = \sqrt{2} \approx 1{,}4.$ $\boxed{1)\ \frac{E_k}{E} \approx 1{,}4}$

~~2) Рассмотрим нап. Э. напряжённость в т. для отрезка.~~



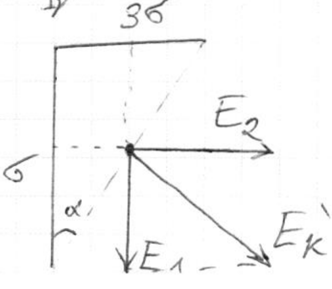
2) т.к. Пластины плоские и как сказано в усл. бесконечные, то для плоско ||-ых ~~по~~ бесконечных пластин э. напряжённость поля вычисляется по формуле:

$E_{пл} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; и всегда ⊥-а пластине:

$\Rightarrow$ Для пластины BC: $E_1 = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$;

Для пластины AB:

$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;



И т.к. пластины и ⊥ их напряжённости ⊥-ы, то:

$E_k' = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} =$

$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{9}{4} + \frac{1}{4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{10}{4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \sqrt{\frac{5}{2}}$

$E = 3L\frac{dI}{dt} + 4L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$; Диод закрыт т.к. $U_{L_1} > 0$.

$I = \frac{dq>0}{dt} \Rightarrow I = \dot{q}$ (для конден. (C))

$E = 3L\cdot\ddot{q} + 4L\cdot\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$E = 7L\ddot{q} + \frac{q}{C}$, $q = q_0 + q_1$, где $\boxed{q_0 = EC}$

$7L\ddot{q} = E - \frac{q}{C}$ тогда: $\frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} + \frac{q_1}{C} = E + \frac{q_1}{C}$

где $\ddot{q} = \ddot{q}_1$

$\Rightarrow 7L\ddot{q}_1 = -\frac{q_1}{C}$

$7L\ddot{q}_1 + \frac{q_1}{C} = 0 \Rightarrow \ddot{q}_1 + \frac{q_1}{7LC} = 0$;

$\omega_1^2 = \frac{1}{7LC} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{7LC}}$; $q_1 = q_A\cdot\cos(\omega_1 t + \varphi_0)$

~~$I = \dot{q}_1 = -1$~~

Когда $q = EC$, то $I_{1м} = I$. $I = \dot{q}_1 = -q_A\cdot\omega_1\cdot\sin(\omega_1 t + \varphi_0)$

$q = EC = q_0 + q_1 \Rightarrow q_1 = 0$. $\Rightarrow \sin(\omega_1 t + \varphi_0) = -1$

$\Rightarrow$ когда $q_1 = 0$, $I = I_{1м} > 0$.

При $t = 0$, когда $q = 0$, и $q_1 = -EC$.

$I = 0 \Rightarrow \sin(\omega_1 \overset{0}{t} + \varphi_0) = 0 \Rightarrow \sin\varphi_0 = 0$

$q_1 = q_A\cdot\cos(\omega_1 \overset{0}{t} + \varphi_0) = -EC$

где $q_A > 0$.

$\cos\varphi_0 = -1$ и $\sin\varphi_0 = 0$) $q_A\cdot(-1) = -EC \Rightarrow \boxed{q_A = EC}$

$\Rightarrow \boxed{\varphi_0 = \pi}$, тогда $I_{1м} = \dot{q}_1 = q_A\cdot\omega_1 = EC\cdot\sqrt{\frac{1}{7LC}} =$

$= E\sqrt{C}\sqrt{\frac{1}{7L}} = \boxed{E\sqrt{\frac{C}{7L}} = I_{1м}}$

$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi\sqrt{7LC}}$

Ответ: 1) $T = 2\sqrt{7}\pi\sqrt{LC}$.

2) $I_{м1} = \frac{E\cdot\sqrt{C}}{\sqrt{7L}}$;

3) —

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 7

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

Задание 5.

Дано:

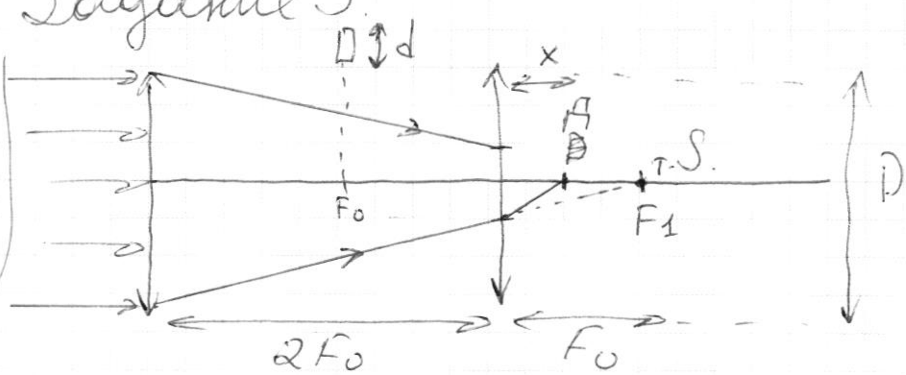
$\cancel{3F_0}$ $F_1 = 3F_0$

$F_2 = F_0$; D, τ_0.

$l = 2F_0$.

$I_1 = \frac{5}{9} I_0$

1) x − ?



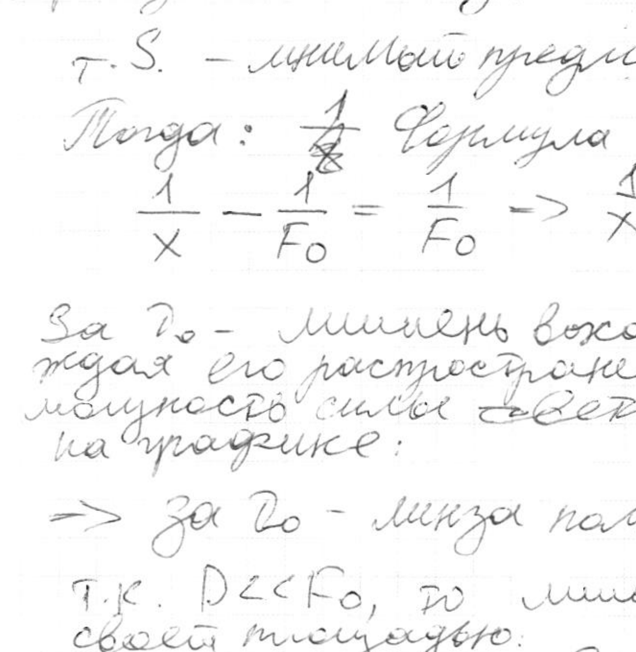
После преломления ~~лу~~ в 1-ой линзе лучи пойдут в т.S. в фокус 1-ой линзы: F_1. тогда для 2-ой линзы: т. S. — мнимый предмет, а т. Д — изображение. Тогда: Формула тон. линзы для такой ситуации:

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{F_0} \Rightarrow \boxed{x = \frac{F_0}{2}}$$

За τ_0 — мишень входит в пучок света, преграждая его распространение и уменьшает тем самым мощность силы ~~света~~, а с ней и силу тока на графике:

=> за τ_0 — линза полностью войдёт в пучок.

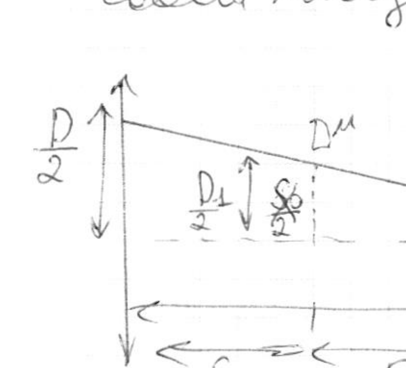
т.к. $D \ll F_0$, то мишень преграждая ~~свет~~ своей площадью: $S = \pi \frac{d^2}{4}$. Для пучка света:



$$\frac{D}{2 \cdot 3F_0} = \frac{D_1}{2 \cdot 2F_0} \text{ (Подобные Δ-ки).}$$

$$\frac{D}{3} = \frac{D_1}{2} \Rightarrow \boxed{D_1 = \frac{2}{3} D}$$

Мишень своим размером: $S = \pi \frac{d^2}{4}$, заметает часть пучка света. $I_0 - \frac{5}{9} I_0 = \frac{4}{9} I_0$



$$S_0 = \pi \frac{\left(\frac{2}{3}D\right)^2}{4}$$

$$\begin{cases} S_0 \longleftrightarrow I_0 \\ S \longleftrightarrow \frac{4}{9} I_0 \end{cases}$$

т.к. S-пучка ~ плотности света ~ I в фотодетекторе.

$$\Rightarrow \frac{\pi \left(\frac{2}{3}D\right)^2}{\pi \frac{d^2}{4} \cdot 4} = \frac{9}{\cancel{8}4} \qquad \frac{4}{9} D$$

$$\Rightarrow \frac{4D^2}{9 \cdot d^2 \cdot 4} \cdot 4 = \frac{9}{\cancel{8}4} \Rightarrow 16 \cdot 5 \cdot D^2 = 81 d^2 \cdot 4$$

$$d = D \cdot \sqrt{\frac{16 \cdot 5}{81}} = \cancel{\frac{4}{9}\sqrt{5} D} \quad \cancel{\frac{4}{9} \cdot 2D} = \frac{8}{9} D$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$E_k' = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2,5} \simeq 1,6 \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.

Ответ: 1) $\frac{E_k}{E} \approx 1,4$.

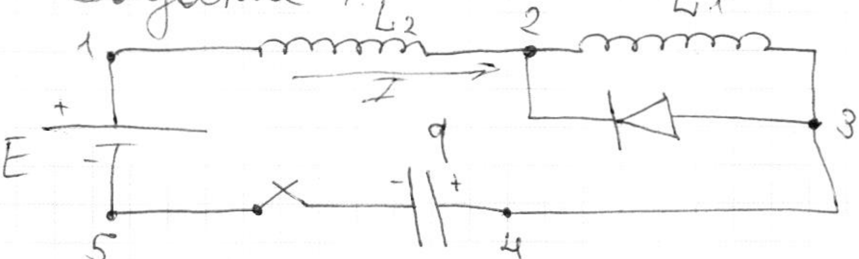
2) $E_k' \approx 1,6 \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.

Дано:

E, $L_1 = 4L$

$L_2 = 3L$, C.

Задание 4.



$\Delta\varphi_{15} = E = U_{L_2} + U_{L_1} + U_C$, ~~w~~

Для диода: если $\Delta\varphi_{23} > 0$, то ток $I_D = 0$

если $\Delta\varphi_{23} < 0$, то диод открыт.

где $\Delta\varphi_{23} =$ ~~U_L~~ U_{L_1} – напряжение на катушке L_1.

Пока ток через катушку ~~L~~ L_1 растёт, т.е. $I_1 \uparrow$, диод закрыт т.к. $\Delta\varphi_{23} > 0$, но после того, как ток на катушке L_1 достигнет своего max значения, I_{m1}, $U_{L_1} = 0$, и ~~ток начнёт течь весь через диод в другом направлении~~ и диод откроется, как только диод откроется при I_{m1}, напряжение на катушке L_1, $U_{L_1} = 0$, и ~~ток через катушку L_1 не будет меняться некоторое время и равным I_{m1}.~~

А после напряжение на L_1, ~~будет уменьшаться и $U_{L_1} < 0$~~, не будет меняться и ток в катушке L_1 сохранится как I_{m1}, на некоторое время, пока диод открыт.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

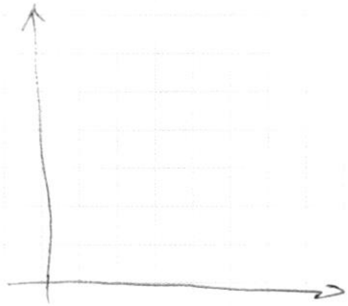
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$H_2 = 2$

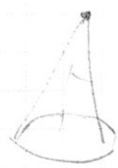
$N_2 = 44$

$$\frac{18\cdot\cancel{2}\sqrt{2}}{3\cdot\cancel{2}} - \frac{6\cancel{12}\sqrt{3}}{2\cdot\cancel{2}}$$

$$\frac{18}{3}\sqrt{2} - \frac{6\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}$$



$$C_V = \frac{Q}{\nu\Delta T} = \frac{\frac{i}{2}\nu\Delta T R}{\nu\Delta T} = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R \Rightarrow i = 5$$



$$\begin{array}{r} 1,4 \\ 1,4 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 1,96 \end{array}$$

$7 - 4 = 3$

0,3

1,4

1,7

1,5

1,55

$$\begin{array}{r} 1,5 \\ 1,5 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 2,25 \end{array}$$

~~1,55~~
~~1,55~~

$$\begin{array}{r} 1,55 \\ 1,55 \\ \hline 775 \\ 775 \\ 155 \\ \hline 2,4025 \end{array}$$

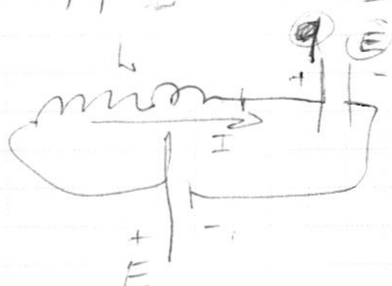
~~1,5~~

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ 1,6 \\ \hline 96 \\ 16 \\ \hline 2,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,59 \\ 1,59 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,58 \\ 1,58 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{\left(\frac{2}{3}D\right)^2}{\left(\frac{4}{9}D\right)^2} = \frac{9}{4}$$



$$\frac{4\cdot 9^{\cancel{2}}}{9\cdot 4^{\cancel{2}}} = \frac{9}{4}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

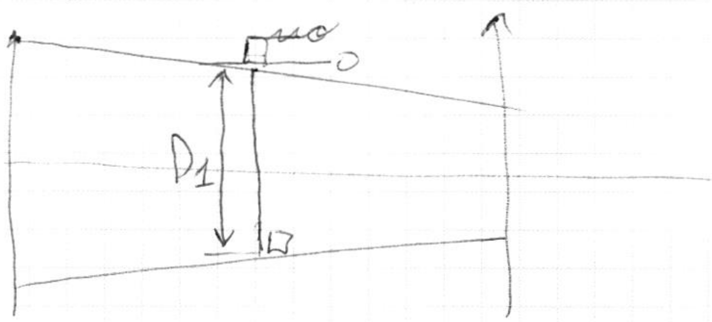
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Тогда за τ_0 мишень проходит вниз:
расстояние собств. диаметра $d = \cancel{\frac{4\sqrt{5}}{9}D} \cdot \cancel{\frac{8}{9}D} \; \frac{4}{9}D$
Ведь после мишень движется в пучке не меняя $(S_0 - S)$ — плотность света.
тогда $\vartheta = \frac{d}{\tau_0} = \cancel{\frac{4\sqrt{5}D}{9\tau_0} = \vartheta} \cdot \cancel{\frac{8D}{9\tau_0}} \; \boxed{\frac{4D}{9\tau_0}}$

Тогда t_1 — время движения мишени
от ~~0 до $(D_1 - d)$~~
0 до D_1,

и после выходит из пучка, увеличивая плотность. и т.п.



$t_1 = \frac{D_1}{\vartheta} = \cancel{\frac{2D}{3 \cdot \frac{8D}{9\tau_0}}}$

$\cancel{= \frac{2D}{3 \cdot 8D} \cdot 9\tau_0 = \frac{2 \cdot 9\tau_0}{3 \cdot 8}} =$

$= \frac{2D}{3 \cdot 4D} \cdot 9\tau_0 = \frac{2 \cdot 9\tau_0}{3 \cdot 4} = \frac{2 \cdot 3}{4}\tau_0 = \frac{6}{4}\tau_0 = \frac{3}{2}\tau_0 = 1{,}5\tau_0$

Ответ: 1) $x = \frac{F_0}{2}$;

2) $\vartheta = \frac{4D}{9\tau_0}$;

3) $t_1 = \frac{3}{2}\tau_0 = 1{,}5\tau_0$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_к \Rightarrow T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{350+550}{2} K = \frac{900}{2} K = 450K$

② $\boxed{T_к = 450\ K}$

3) 1-ый з-н. термодинамики для водорода:

$Q = \Delta E_H + A_H$, где Q - кол-во теплоты, которое азот сообщил водороду.

$\Delta E_H = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_H =$
$= \frac{i}{2}\nu R \cdot (T_к - T_1)$, $A_H = \int p_i dV_i$

Рассмотрим малую работу газа азота:

$p = \frac{\nu R T}{V}$, $dQ = dE_N + dA$, где $dA - pdV$

$pV = \nu RT$ (продифф.) $\Rightarrow pdV + Vdp = \nu R dT$

$\nu R = \frac{pV}{T} \Rightarrow pdV + Vdp = pV\frac{dT}{T} \quad |:pV$

$\frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$; $\quad pdV + Vdp = \nu R dT$

т.к. $pdV = dA$

а $\nu R dT = dE_N$

то $dA + Vdp = dE_N$

~~$Q = dQ = dE_N + dE_N - Vdp$ $\quad dA = dE_N - Vdp$~~

Ответ: 1) $\frac{V_H}{V_N} = \frac{7}{11}$;

2) $T_к = 450K$.

3) —

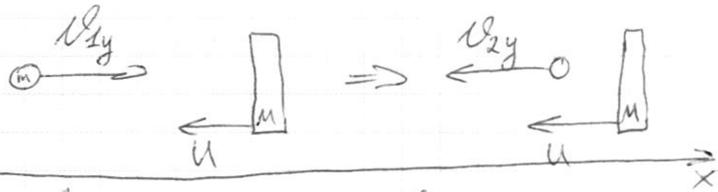
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Для того чтобы шарик отскочил от плиты и полетел дальше, его собств. скорость v_{2y} должна быть больше u, иначе его нагонит плита и шарик останется на ней.

$v_{2y} \geq u$

$mv_{1y} - Mu = -mv_{2y} - Mu'$

$m(v_{1y}+v_{2y}) = M(u-u')$ (I)

ЗСЭ: $\frac{mv_{1y}^2}{2}+\frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_{2y}^2}{2}+\frac{Mu'^2}{2}+Q$, при $Q=0$ (Абсолютно упруг. удар)

$\cancel{mv}\ \frac{M}{2}(u^2-u'^2) = \frac{m}{2}(v_{2y}^2-v_{1y}^2)$

$\begin{cases} \frac{M}{2}(u-u')(u+u') = \frac{m}{2}(v_{2y}+v_{1y})(v_{2y}-v_{1y}) \\ m(v_{1y}+v_{2y}) = M(u-u') \end{cases}$ и т.к. из I что: , то:

$u+u' = v_{2y}-v_{1y} \Rightarrow \cancel{u = v_{2y}-v_{1y}-u'}$

$u' = v_{2y}-v_{1y}-u$

$m(v_{1y}+v_{2y}) = M(2u - v_{2y}+v_{1y})$

$mv_{1y}+mv_{2y} = 2Mu - Mv_{2y}+Mv_{1y}$

$v_{2y}(m+M) = 2Mu + v_{1y}(M-m)$

$\Rightarrow v_{2y} = \frac{2Mu+v_{1y}(M-m)}{M+m}$, но т.к. удар неупругий, то часть энергии выделилось в тепло, а значит:

(по модулю):

$v_{1\,отн.y} > v_{2\,отн.y}$

$v_1\cdot\cos\alpha + u > v_2\cdot\cos\beta - u$

$v_1\cos\alpha+2u > v_2\cos\beta \Rightarrow 2u > v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$.

$u > \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} \Rightarrow u > \left(\frac{18\cdot2\sqrt{2}}{3\cdot2} - \frac{12\cdot\sqrt{3}}{2\cdot2}\right)\left(\frac{м}{с}\right)$

$u > (6\sqrt{2} - 3\sqrt{3})\left(\frac{м}{с}\right)$ и при этом $u \leq v_{2y}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\begin{cases} u > 3\cdot(2\sqrt{2}-\sqrt{3})\frac{м}{с} \\ u \le v_2\cdot\cos\beta \end{cases}$$

$$\begin{cases} u > 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})\frac{м}{с} \\ u \le 18\frac{м}{с}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow u \le 12\sqrt{2}\frac{м}{с} \end{cases}$$

$\cancel{u}$

Ответ: 1) $v_2 = 18\frac{м}{с}$

2) $3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})\frac{м}{с} < u \le 12\sqrt{2}\frac{м}{с}$.

Задание 2.

Дано:

$\nu = \frac{6}{7}$ моль

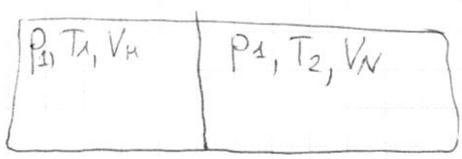
$T_1 = 350K$.

$T_2 = 550K$.

1) $\frac{V_H}{V_N}$ - ?

2) $T_к$ - ?

3) Q - ?



1) Поршень двигается из-за изменений параметров каждого газа, а так в начале их давления равны и поршень в равновесии.

~~по~~ Ур-ие Менделеева-Клапейрона:

$p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_H}$ (для водорода) $\quad p_1 = \frac{\nu R T_2}{V_N}$ для азота.

$$\frac{\nu R T_1}{V_H} = \frac{\nu R T_2}{V_N} \Rightarrow \frac{T_1}{V_H} = \frac{T_2}{V_N} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_H}{V_N};$$

$$\frac{V_H}{V_N} = \frac{350}{550} = \frac{7\cdot5\cdot10}{11\cdot5\cdot10} = \boxed{\frac{7}{11} = \frac{V_H}{V_N}}.$$

2) Т.к. сосуд изолирован, то внутренняя энергия системы сохраняется. $E_0 = const$, $E_0 = E_1 + E_2 = E_H + E_N$

$\cancel{E_1 =}$ т.к. $C_V = \frac{5}{2}R = \frac{Q}{\nu\Delta T} = \frac{\frac{i}{2}\nu\Delta T\cdot R + A^{=0}}{\nu\Delta T} = \frac{i}{2}R$, т.к. $V = const \Rightarrow A = 0$.

$\Rightarrow i = 5$ (для каждого газа).

$\cancel{E_1 = \frac{i}{2}\nu R\Delta T}$ $E_1 = \frac{i}{2}\nu R T_1$; $E_2 = \frac{i}{2}\nu R T_2$.

Т.к. температура системы установиться до $T_к$, то:

$E_H = \frac{i}{2}\nu R T_к$; $E_N = \frac{i}{2}\nu R T_к \Rightarrow E_0 = \frac{i}{2}\nu R(T_1 + T_2) = \frac{i}{2}\nu R(2T_к)$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 1.

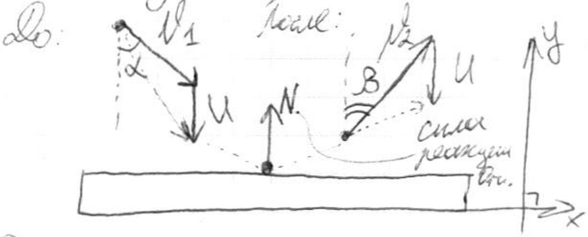
Дано:
$\vartheta_1 = 12$ м/с.
$\sin\alpha = \frac{1}{2}$.
$\sin\beta = \frac{1}{3}$.

по ОТТ: $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$; $\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{4}} = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\alpha}$

по ОТТ: $\cos^2\beta + \sin^2\beta = 1$

$\Rightarrow \cos^2\beta = 1-\sin^2\beta \Rightarrow \cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{9}} = \frac{\sqrt{4}\cdot\sqrt{2}}{3} = \boxed{\frac{2\sqrt{2}}{3} = \cos\beta}$

Перейдём в СО: плиты, тогда:



При неупругом ударе ~~часть энергии~~ отн. скорости шарика (в СО: плиты) различны, причём для абсолютно упругого удара характерно сохранение значений этих скоростей.

Для неупругого удара часть энергии перейдёт в тепло и отн. скорости шарика будут различны:

$\vartheta_{1\text{отн.}x} = \vartheta_{2\text{отн.}x}$ (т.к. на шарик не действ. силы по ОХ: $\Sigma \vec{F}_x = 0 \Rightarrow \Delta p_x = 0$ (в СО, земли) $\Rightarrow m\vartheta_{1x} = m\vartheta_{2x} \Rightarrow \vartheta_{1x} = \vartheta_{2x}$

$\hookrightarrow m\cdot\vartheta_1 \sin\alpha = m\cdot\vartheta_2\cdot\sin\beta$

$\vartheta_1 \sin\alpha = \vartheta_2\cdot\sin\beta \Rightarrow \vartheta_2 = \frac{\vartheta_1\cdot\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{12\frac{м}{с}\cdot\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} =$

$= \frac{6\frac{м}{с}}{\frac{1}{3}} = 6\cdot 3\,\frac{м}{с} = 18\,\frac{м}{с}$; $\boxed{1)\ \vartheta_2 = 18\,\frac{м}{с}}$

2) Далее нужно рассмотреть модель столкновения малого тела (шарика) (m) с бесконечно массивным телом (M) (плитой). $m \ll M$.

По ох: скорость шарика не меняется и равна $\vartheta_x = \vartheta_1\cdot\sin\alpha = 12\frac{м}{с}\cdot\frac{1}{2} = \boxed{\vartheta_x = 6\,\frac{м}{с}}$

Рассмотрим столкновение по оу: В простой модели: