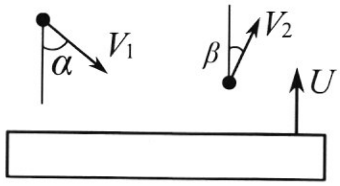
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-01

Шифр
(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



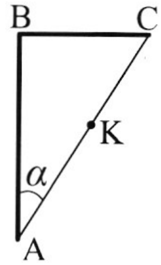
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 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 азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

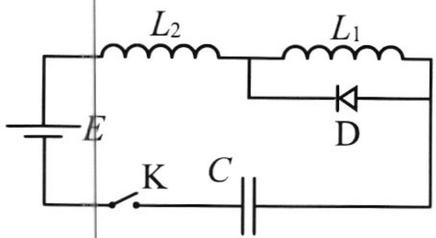
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

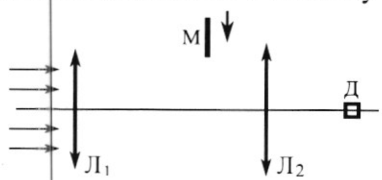
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

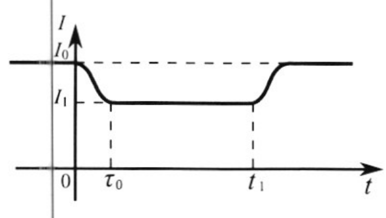
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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 фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.

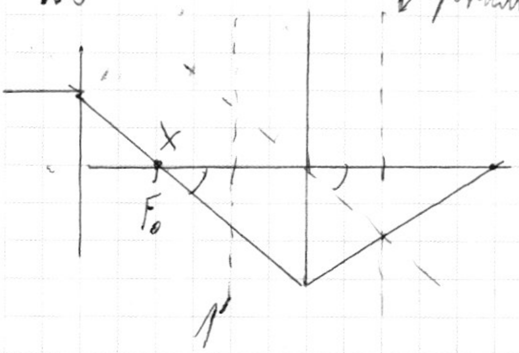




1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

№5



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (\text{для линзы}_2)$$

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

$d = 2F_0$ (точка X)

f – расстояние от Λ$_2$ до Л$_1$

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

$$\boxed{f = 2F_0}$$

1) Пусть П – поток через Л$_1$

$П_0$ ← без мишени

$П_1$ ← есть мишень

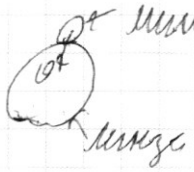
2) Т. к. мишень проходит через $2F_0$ Л$_1$, то ρ света в Л$_1$ = ρ света в Л' (плоскость на $2F_0$) в силу симметрии

3) Значит $\dfrac{П_0}{П_1} = \dfrac{S_Л}{S_Л - S_М}$

$S_Л$ – площадь линзы

$S_М$ – площадь мишени

4) в момент $t=0$ мишень „залетает"



в момент $t = \tau_0$ мишень полностью „залетела"

в момент $t_1 = t$, мишень вылетает

$П_1$ – поток при $\tau_0 < t < t_1$

d – диаметр мишени

$d < D$, т.к. $I_1 > 0$

5) т.к $I \sim П$, то $\dfrac{I_1}{I_0} = \dfrac{П_1}{П_0} = \dfrac{\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4}} = 1 - \dfrac{d^2}{D^2}$

$I_1 = \frac{3}{4} I_0 \Rightarrow \frac{3}{4} = 1 - \frac{d^2}{D^2} \Rightarrow d^2 = D^2 \cdot \frac{1}{4} \Rightarrow d = \frac{D}{2}$

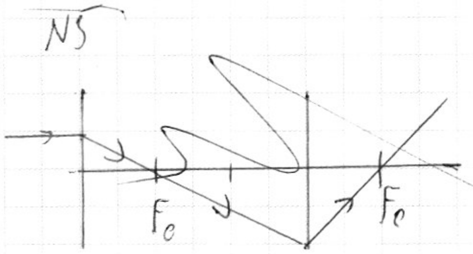
~~6) $\vartheta d = \tau_0 \Rightarrow \vartheta = \frac{\tau_0}{d} = \frac{2\tau_0}{D}$~~ 6) $\vartheta \tau_0 = d \Rightarrow \vartheta = \dfrac{d}{\tau_0} = \dfrac{D}{2\tau_0}$

~~7) $t_1 - \tau_0$ $t_1 = \frac{D}{\vartheta} = \frac{D \cdot d}{2\tau}$~~ 7) $t_1 \vartheta = D \Rightarrow t_1 = \dfrac{D}{\vartheta} = \dfrac{D}{D} \cdot 2\tau_0 = 2\tau_0$

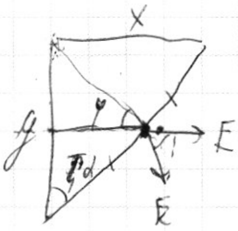
Ответ: $f = \rho(Л_2; Л_1) = 2F_0$; $\vartheta = \dfrac{D}{2\tau_0}$; $t_1 = 2\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5



Чтобы свет фокусировался на фотодетекторе, нужно, что бы $\rho(\Lambda_2; \frac{\pi}{4}) = F_0$, где F_0 - фокусное расстояние линзы.



1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$E = \frac{k\Delta q}{r^2} = \frac{k_\Delta q}{\sqrt{t^2+\frac{x^2}{4}}}$

$E^2 = E_y^2 + E_x^2 = E_y^2 + E_y^2 \cdot \frac{x^2}{4t^2}$

$E_y^2\left(1+\frac{x^2}{4t^2}\right) = E^2$

$\frac{2t}{x} = tg\varphi = \frac{E_y}{E_x} \Rightarrow E_y = \frac{2t}{x} \cdot E_x =$

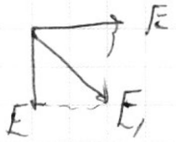
$E_y = E \cdot \frac{2t}{\sqrt{4t^2+x^2}}$

$E_y = \frac{k_\Delta q}{t^2+\frac{x}{4}} \cdot \frac{t}{\sqrt{t^2+\frac{x^2}{4}}} =$

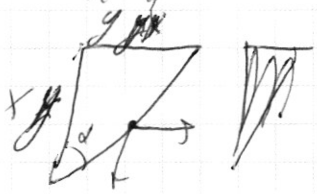
$E_y = \frac{k_\Delta q}{\sqrt{t^2+\frac{x^2}{4}}} \cdot \frac{2t}{\sqrt{4t^2+x^2}} =$

$= k_\Delta q \cdot \frac{t}{\left(t^2+\frac{x^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$

$= kq \cdot \frac{2t}{t^2+\frac{x^2}{4}} =$



$\frac{E_1}{E} = \sqrt{2}$



$tg\alpha = \frac{y}{x}$

$tg\frac{\pi}{4}$

$\frac{E_y}{E_x} = \left(\frac{x}{y}\right)^2 \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$

$\frac{E_y}{E_x} = tg^2\frac{\pi}{4} \cdot \frac{2\sigma}{\sigma}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

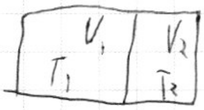
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2



Ур. М-К:

1) $p_1V_1 = \nu_1 R T_1$

2) $p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$

$p = p_1 = p_2$, т.к. поршень движется медленно

$\nu = \nu_1 = \nu_2$ по условию

$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{300}{500} = 0.6$

V_1 – V азота

V_2 – V кислорода

3) $Q_1 = -p\Delta V + \frac{i_1}{2}\nu R(T - T_1)$

$Q_1 = -Q_2$ т.к. сосуд теплоизолирован

4) $Q_2 = p\Delta V + \frac{i_2}{2}\nu R(T_2 - T_2)$

$A_1 = -A_2$ (поршень 1)

$C_V = \frac{5}{2}R$

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

$0 = \frac{i_1}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{i_2}{2}\nu R(T - T_2)$

$\frac{5}{2}\nu R(T + T - T_1 - T_2) = 0 \Rightarrow 2T = T_1 + T_2 \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{500+300}{2} = 400$ K

5) $p\Delta V + \overset{0}{\Delta p V} = \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta A = \nu R \Delta T$

$p = const$

6) $Q_2 = \Sigma \Delta A + \Sigma \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \Sigma \frac{7}{2}\nu R \Delta T = \frac{7}{2}\nu R(T - T_2)$ · $-Q_2$ – отдал кислород

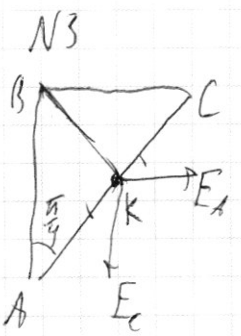
$Q_2 = \frac{7}{2}\nu R(T_2 - T)$

$Q_2 = \frac{7}{2}\nu R\left(T_2 - \frac{T_1 + T_2}{2}\right) = \frac{7}{2}\nu R \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{7}{4}\nu R(T_2 - T_1)$

$Q_2 = \frac{7}{4} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8.31 \cdot (500 - 300) = \frac{3}{4} \cdot 8.31 \cdot 200 = 1246.5$ Дж

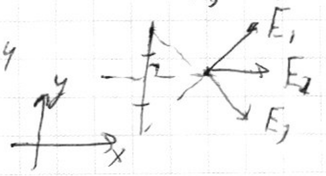
Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5} = 0.6$; $T = 400$ K; $Q = 1246.5$ Дж.

N3



т.к. $AK = KC$ и $\angle BAC = \angle BCA = \frac{\pi}{4}$, то в силу симметрии $E_{AB} = E_{CB} \Rightarrow E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{CB}^2} = \sqrt{2}E_A$

$\frac{E}{E_A} = \sqrt{2} \approx 1.4$

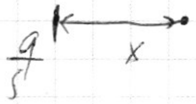


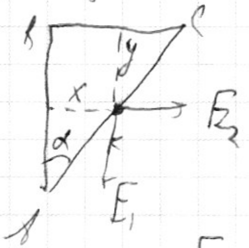
т.к. $AK = AC$, то $E_{1y} + E_{3y} = 0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$E \sim \left(\frac{1}{x}\right)^2$ $\qquad$ $E = \frac{kq^2}{r^2}$

$E \sim \frac{q}{S} = \sigma$





E_2 — E от AB

E_1 — E от BC

$$\begin{cases} E_1 \sim \left(\frac{1}{y}\right)^2 & E_1 \sim \sigma_1 \\ E_2 \sim \left(\frac{1}{x}\right)^2 & E_2 \sim \sigma_2 \end{cases}$$

$\frac{x}{y} = tg\alpha = tg\frac{\pi}{8}$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{x^2}{y^2}\cdot\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = tg^2\frac{\pi}{4}\cdot\frac{2\sigma}{\sigma} = 2tg^2\frac{\pi}{4} \Rightarrow E_1 = E_2\cdot 2tg^2\frac{\pi}{4}$$

$$E = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = \sqrt{E_2^2\left(1+2tg^2\frac{\pi}{4}\right)} = E_2\sqrt{1+2tg^2\frac{\pi}{4}}$$

$tg^2\frac{\pi}{4} \approx tg^2\frac{\pi}{6} \approx \left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2 = \frac{1}{3}$ $\qquad$ $\frac{\pi}{4} = \frac{180}{4} \approx 24^0 \approx 30^0$ $\qquad$ $\sqrt{1+2\cdot\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{5}{3}}$

Точка K близка к AB ⇒

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{\pi-\alpha}{\pi} = \frac{\frac{6}{8}\pi}{\pi}\cdot\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{3}{4}\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}$$

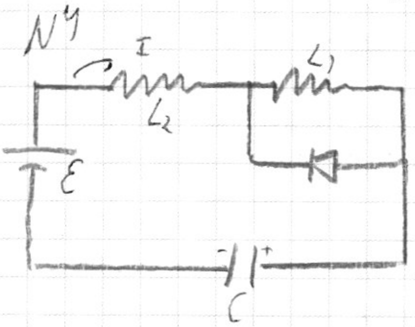
$$E = \frac{3}{4}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot\sqrt{\frac{5}{3}} = \frac{\sqrt{15}}{4}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$\sqrt{15} \approx \sqrt{16} = 4$

$E = \frac{4}{4}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Ответ: $\frac{E}{E_{BC}} = \sqrt{2} \approx 1{,}4$; $E \approx \frac{\sqrt{15}}{4}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{4}{4}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

№4



1) ток идёт по источнику ⇒ диод закрыт

$\mathcal{E} - U_C = U_{L_2} + U_{L_1}$

$\mathcal{E} - \frac{q}{C} = \frac{\ddot q}{L_2} + \frac{\ddot q}{L_1} = \ddot q\cdot\frac{L_1+L_2}{L_1 L_2}$

$$\frac{\mathcal{E}\cdot L_1L_2}{L_1+L_2} - \frac{q}{C}\cdot\frac{L_1L_2}{L_1+L_2} = \ddot q \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{L_1L_2}{L_1+L_2}\cdot\frac{1}{C}$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi\sqrt{\frac{L_1+L_2}{L_1L_2}\cdot C}$$

2) ток идет против источника ⇒ диод открыт (ток будет идти через него, а не через L_1, т.к он заменяется на провод при ~~R=0~~ U=0)

$$U_C - \mathcal{E} = U_{L_2} \Rightarrow \frac{q}{C} - \mathcal{E} = \frac{\ddot q}{L_2} \Rightarrow q\cdot\frac{L_2}{C} - \mathcal{E}L_2 = \ddot q \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{L_2}{C}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

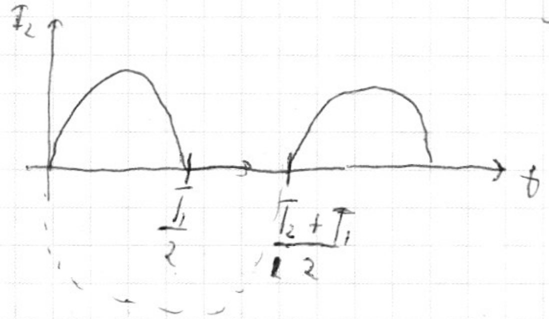
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение №4

$T_2 = \frac{2\pi}{w_2} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$\frac{T}{2}$ – т.к ток обратно не течет (период не полный)

I_2 – ток на L_2



$$T_{4} = \frac{T_2+T_1}{2} = \pi\sqrt{\frac{C}{L_2}} + \pi\sqrt{\frac{L_1+L_2}{L_1 L_2}C} = \pi\sqrt{\frac{C}{L_2}}\left(1+\sqrt{\frac{L_1+L_2}{L_1}}\right)$$

З.С.Э в первом случае:

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{q_к^2}{2C} - \frac{q_н^2}{2C} + \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2}$$

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2}$$

$$\frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{L_1+L_2}{2}\cdot I^2 \Rightarrow I = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} \leftarrow I_{max} \text{ для } L_1$$

$\ddot q = \dot I \Rightarrow I_{max}$ при $\dot I = 0$

$\mathcal{E} - \frac{q}{C} = 0 + 0 \Rightarrow q = \mathcal{E}C$

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

т.к $q_0 = 0$

З.С.Э во втором случае:

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{q_к^2}{2C} - \frac{q_н^2}{2C} + \frac{L_2 I^2}{2}$$

$$-\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} - \frac{4\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{L_2 I^2}{2}$$

$$\left(\frac{3}{2}-1\right)\mathcal{E}^2 C = \frac{L_2 I^2}{2} \Rightarrow I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} \leftarrow I_{max} \text{ для } L_2 \text{ т.к}$$

$$\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} > \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

$\ddot q = \dot I \Rightarrow I_{max}$ при $\dot I = 0$

$\frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0 \Leftrightarrow q = \mathcal{E}C$, $q_0 = 2\mathcal{E}C$ $\Rightarrow \Delta q = -\mathcal{E}C$

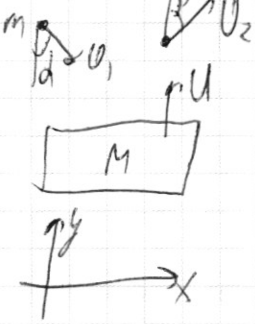
З.С.Э: $\mathcal{E} q_0 = \frac{q_0^2}{2C} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q_0}{2C} \Rightarrow q_0 = 2\mathcal{E}C$

Ответ: $T = \frac{T_1+T_2}{2} = \pi\sqrt{\frac{C}{L_2}}\left(1+\sqrt{\frac{L_1+L_2}{L_1}}\right)$; $I_{M_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$; $I_{M_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

☐ черновик ⊞ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

N1



т.к. $F_{тр}$ $M=0$, то $\vartheta_x = const$

$\vartheta_1 \sin\alpha = \vartheta_2 \sin\beta \Rightarrow \vartheta_2 = \vartheta_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 8\cdot\frac{3}{2} = 12 \frac{м}{с}$

m – масса шарика

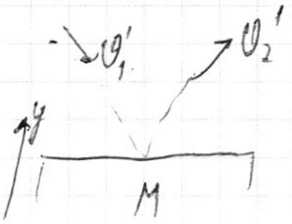
M – масса плиты $\quad M \gg m \Rightarrow \Delta u \to 0$

~~З.С.И. по оси y~~

~~$-m\vartheta_1\cos\alpha + Mu = m\vartheta_2\cos\beta + M(u+\Delta u)$~~

$m\vartheta_2\cos\beta$

с.о. плиты:



$\Delta p = N\Delta t$ (по оси y)

$m(\vartheta_2\cos\beta - u) + m(\vartheta_1\cos\alpha + u) = N\Delta t$

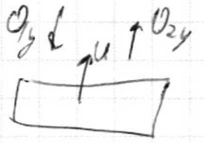
$m(\vartheta_2\cos\beta + \vartheta_1\cos\alpha) = N\Delta t$

~~$u < \vartheta_2\cos\beta$~~

$u < \vartheta_2\cos\beta$

иначе шар ниже плиты.

~~$N\Delta t = ma = m\frac{\vartheta}{\Delta t}$~~



$\vartheta_{1y} + u = \vartheta_{2y} - u \Rightarrow 2u = \vartheta_{2y} - \vartheta_{1y}$ ← при упр. столкновении

$u = \frac{1}{2}(\vartheta_2\cos\beta - \vartheta_1\cos\alpha) = \frac{1}{2}(\vartheta_2\sqrt{1-\sin^2\beta} - \vartheta_1\sqrt{1-\sin^2\alpha})$

$u = \frac{1}{2}(\vartheta_1\sqrt{\frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} - \sin^2\alpha} - \vartheta_1\sqrt{1-\sin^2\alpha}) = \frac{1}{2}\vartheta_1\sin\alpha\sqrt{\frac{1}{\sin^2\beta}-1}\sqrt{\frac{1}{\sin^2\alpha}-1}$

$u > \frac{1}{2}\cdot\vartheta_1\sin\alpha\sqrt{\frac{1}{\sin^2\beta}-1}\cdot\sqrt{\frac{1}{\sin^2\alpha}-1} = \frac{1}{2}\cdot 8\cdot\frac{3}{4}\sqrt{4-1}\cdot\sqrt{\frac{16}{9}-1} = \sqrt{21} \frac{м}{с}$

т.к. удар неупругий

$u < \vartheta_2\cdot\cos\beta = \vartheta_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta = \vartheta_1\sin\alpha\cdot ctg\beta = 8\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{\sqrt{1-\frac{1}{4}}}{\frac{1}{2}} = 6\sqrt{3} \frac{м}{с}$

Ответ: $\vartheta_2 = \vartheta_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \frac{м}{с}$ $\quad \frac{1}{2}\vartheta_1\sin\alpha\sqrt{\frac{1}{\sin^2\beta}-1}\sqrt{\frac{1}{\sin^2\alpha}-1} < u < \vartheta_1\sin\alpha\frac{\sqrt{1-\sin^2\beta}}{\sin\beta}$

$\sqrt{21}\frac{м}{с} < u < 6\sqrt{3}\frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

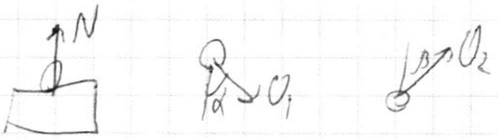
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1



$\upsilon_1 \sin\alpha = \upsilon_2 \sin\beta$

$N = ma$

$N \Delta t = \Delta p$

$N \Delta t = \upsilon_1 \cos\alpha - \upsilon_2 \cos\beta$

$m\upsilon_1 \cos\alpha - MU = -Mu - m\upsilon_2 \cos\beta$

$\upsilon_1 \cos\alpha = \frac{M}{m}(U-u) - \upsilon_2 \cos\beta$

$\frac{M}{m} = \frac{\upsilon_1 \cos\alpha + \upsilon_2 \cos\beta}{U-u}$

$\frac{m\upsilon_1^2}{2} + \frac{MU^2}{2} = \frac{m\upsilon_2^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$

$\upsilon_1^2 = \upsilon_2^2 + \frac{M}{m}(u^2 - U^2)$

$\upsilon_1^2 - \upsilon_2^2 = (u+U)(\upsilon_1 \cos\alpha + \upsilon_2\cos\beta)$

$2U + \cancel{u}^{0} = \frac{\upsilon_1^2 - \upsilon_2^2}{\upsilon_1 \cos\alpha + \upsilon_2 \cos\beta}$

$U = \frac{\upsilon_1^2 - \upsilon_2^2}{2(\upsilon_1 \cos\alpha + \upsilon_2 \cos\beta)}$

$(\upsilon_1 + U)m = p_н$

$(\upsilon_2 - U)m = p_к$

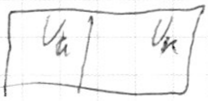
$(\upsilon_2 - U - \upsilon_1 - U)m = \Delta p$

$m\upsilon_2 \cos\beta \leftarrow p_к$ верт

$m\upsilon_1 \cos\alpha \leftarrow p_н$

$m(\upsilon_2 \cos\alpha + U) =$

N2



$pV_1 = \nu_1 RT_1$

$pV_2 = \nu_2 RT_2$

$\nu_1 = \nu_2 = \nu$

$Q = p\Delta V + \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$

$Q = p\Delta V + \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T)$

$pV_{1_0} = \nu RT_1$

$pV_{2_0} = \nu RT_2$ $\Rightarrow$ $\boxed{\frac{V_{1_0}}{V_{2_0}} = \frac{T_1}{T_2}}$

$\frac{5}{2}\nu R(T - T_1 - T_2 + T) = 0$

$2T = T_1 + T_2 \Rightarrow \boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}}$

$\frac{\Delta Q}{\Delta T}$

$p_0 = \frac{\nu RT_0}{V_0}$

$p_1 = \frac{\nu RT_1}{V_1}$

$\Sigma_\Delta Q_2 = \overset{\Delta A_1}{p\Delta V} + \frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$\Sigma_\Delta A =$

$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta A}{\Delta V} + \frac{\nu R \Delta T}{\Delta T} \cdot \frac{5}{2}\nu R$

$\Delta p = \frac{\nu RT_1 V_0 - \nu RT_0 \cdot V_1}{V_1 V_0} = \frac{\nu R(T_0 + \Delta T)V_0 + \nu RT_0(V_0 + \Delta V)}{V_0(V_0 + \Delta V)} =$

$p = -\frac{\Delta p}{\Delta V} V + \nu R \frac{\Delta T}{\Delta V} = 0$

$p\Delta V + \Delta p V = \nu R \Delta T \Rightarrow \Sigma_\Delta A = \Sigma \nu R \Delta T - \Sigma \Delta p V$

$\Sigma_\Delta \overset{0}{pV}$

$Q = \frac{7}{2}\nu R(T_2 - T) = \frac{7}{2}\nu R\left(\frac{T_2 - T_1}{2}\right) = \boxed{\frac{7}{4}\nu R(T_2 - T_1)}$

☒ черновик ☐ чистовик

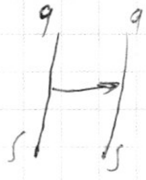
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E = \sqrt{E_1 + E_2}$



$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0 S}$

$\Delta\varphi = \frac{qd}{\varepsilon_0 S}$

$\varepsilon - U_C = U_{L_2} + U_{L_1} \Rightarrow \varepsilon - \frac{q}{C} = \frac{\ddot q}{L_2} + \frac{\ddot q}{L_1} = \ddot q \frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2}$

$\ddot q = \frac{\varepsilon L_1 L_2}{L_1 + L_2} - \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} \cdot \frac{1}{C} q$

$\varepsilon - \frac{q}{C} = \ddot q \cdot \frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2}$

$\omega^2 \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{C \frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2}}$

$\frac{T}{2} = \pi \sqrt{C \frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2}}$

$q = \varepsilon C$

$\varepsilon q = \frac{\varepsilon^2 C}{2} + \frac{I^2 L_1}{2} + \frac{I^2 L_2}{2}$

$\varepsilon^2 C = I^2 (L_1 + L_2) \Rightarrow I = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$

$q = \varepsilon C$

$-q = \varepsilon C$

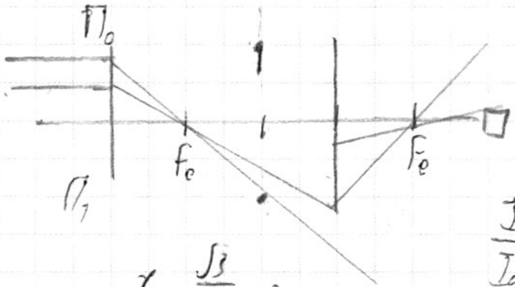
$\varepsilon Q = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow Q = 0; Q = 2\varepsilon C$

$\frac{1}{2} \cdot 8 \cdot \frac{3}{4} \sqrt{4 - 1} \cdot \sqrt{\frac{16}{9} - 1} =$

$\cancel{-\varepsilon(Q - q)} = -\varepsilon^2 C = \frac{\varepsilon^2 C}{2} - \frac{4\varepsilon^2 C}{2} + \frac{I^2 L_2}{2}$

$= 4 \cdot 3\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{7}}{\cancel{4 \cdot 3}} = \sqrt{21}$

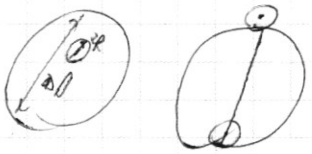
$-\varepsilon^2 C + \frac{3}{2} \varepsilon^2 C = \frac{I^2 L_2}{2} \Rightarrow 2\varepsilon^2 C = I^2 L_2 \Rightarrow I = \varepsilon \sqrt{\frac{2C}{L_2}}$



$-\frac{16}{9}$
$\overline{4}$

~~2R < диаметр линзы~~

$\cancel{2R = D6_1}$



$\frac{I_1}{I_0} = \frac{П}{П_0} = \frac{S_1 - S_4}{S_4} =$

$= \frac{\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4}} = 1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2$

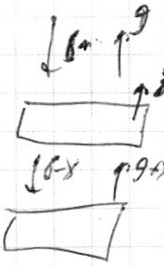
$6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2$

$\left(\frac{d}{D}\right)^2 = \frac{I_1}{I_0} - 1$

ϑ_1

$a \Rightarrow ma = N_{\Delta t}$

$d = D \sqrt{\frac{I_1}{I_0} - 1}$



$m \frac{\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\alpha}{\Delta t} = N_{\Delta t}$

$\vartheta d = \tau_0 \Rightarrow \vartheta = \frac{\tau_0}{d}$

$t_1 - \tau_0 = \frac{D}{\vartheta} \Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{D}{\vartheta_1}$

$m\, \vartheta_2 \cos\beta + U - \vartheta_1 \cos\alpha + U = \Delta t \cdot N_{\Delta t}$

$\frac{3}{4} \cdot \frac{831}{100} \cdot 300$

$6 - x = 9 + x$

$x = \frac{15}{2} = 7.5$

$m(\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\alpha) + 2mU = m \Delta t\, U$

$\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\beta = 2U$

$\frac{180}{7} = 27°$

$831 \times 3 = 2493$

$2493 : 2 = 1246.5$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА