Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

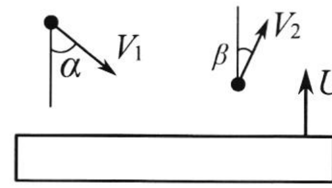
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



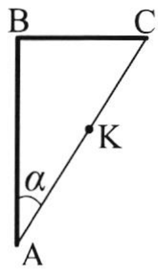
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 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).

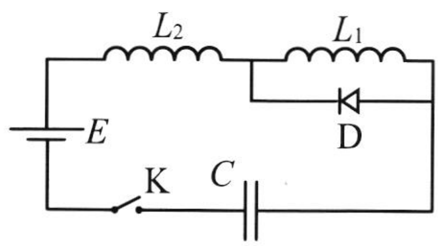
1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

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.



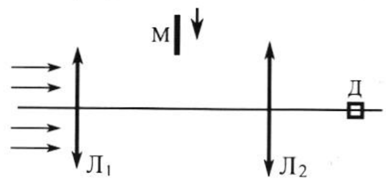
1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины BC и AB заряжены положительно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

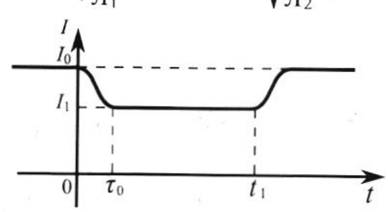
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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.

№1

Дано: $\sin\alpha = \frac{1}{2}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

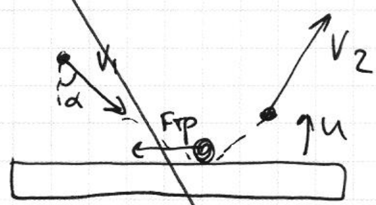
$Q > 0$

$V_1 = 12$ м/с

1) V_2 - ?

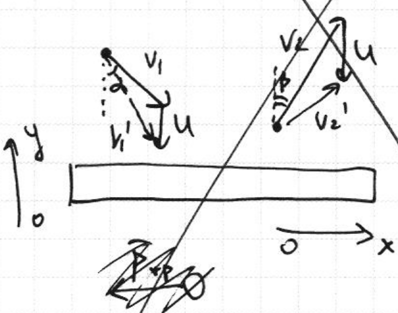
2) U - ?

~~3)~~



Удар неупругий за счет того, что некоторая энергия Q тратится из-за наличия сил трения, ~~больше нижние силы импульс шарика~~

В С.О. плиты:



Пусть $\overline{p_{тр}}$ – импульс, ~~который~~ сил трения, который подействовал на шарик за все время удара.

Тогда $\overline{p_{тр}} \parallel OX$, т.к. в С.О. плиты $\overline{F_{тр}}$ горизонтальна.

ЗСИ на OX для шарика с учетом внеш. сил ($F_{тр}$.)

~~$V_1' \sin\alpha - |p_{тр}| = V_2'$ $\quad mV_1'\sin\alpha = |p_{тр}| + V_2' \sin\beta\, m$, где m – масса шарика.~~ (1)

~~т.к. ЗСЭ: $\frac{mV_1'^2}{2} = Q + \frac{V_2'^2 m}{2}$~~

~~из (1): $m(V_{1x}' - V_{2x}') = p_{тр}$; $p_{тр} = F_{тр}\cdot \Delta t$, где Δt – время удара~~

~~На OY: $V_{1y}' + V_{1y}' = 0 \Rightarrow V_1'\cos\alpha = V_2'\cos\beta$ (2)~~

$mV_{1x}' = |p_{тр x}| + mV_{2x}'$; $\quad V_{1x}' = V_{1x} + 0 = V_1 \sin\alpha$

$V_{2x}' = V_{2x} + 0 = V_2 \sin\beta$

~~На OY: $mV_{1y}' = m$~~

Если бы не было $F_{тр}$, удар был бы зеркальным. Но, т.к. она есть, горизонт. сост. скорости меняется (т.к $F_{тр} \parallel OX$), а вертикальные по модулю остается той же.

OY: $|V_{1y}'| = |V_{2y}'|$; $\quad |V_{1y}'| = V_{1y} + U = V_1\cos\alpha + U$; ~~$V_{1y}' = V_{1y} - U$~~

$|V_{2y}'| = V_{2y} - U = V_2\cos\beta + (-U) = V_2\cos\beta - U$

$\Rightarrow V_2\cos\beta - U = V_1\cos\alpha + U$; $\quad V_2 = \frac{V_1\cos\alpha + 2U}{\cos\beta}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5(2)

$S_0 = \pi R^2$, где R – радиус пучка в сечении с F_0 $\left(R = \frac{XY}{2}\right)$

$\frac{2R}{2F_0} = \frac{D}{3F_0}$ (из подобия △ с ∠C)

$R = \left(\frac{\cancel{2F_0}\cdot D}{3\cancel{F_0}}\right)\frac{1}{\cancel{2}} = \frac{D}{3}$; Тогда $\boxed{S_0 = \pi\frac{D^2}{9}}$

$\frac{I}{I_0} = \frac{S}{S_0}$, $S = S_0 - S_M = I\frac{S_0}{I_0}$, где S_M – площадь М.

$\cancel{S = \frac{I}{I_0}S_0 = }$ $S_M = S_0 - \frac{I_1}{I_0}S_0 = S_0\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right) = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$

$\frac{d^2}{4}\cancel{\pi} = \cancel{\pi}\frac{D^2}{9}\left(1 - \frac{5\cancel{I_0}}{9\cancel{I_0}}\right) \Leftrightarrow d^2 = \frac{4}{9}D^2\cdot\frac{4}{9} \Rightarrow \boxed{d = D\cdot\frac{4}{9}}$

$V = \frac{d}{\tau_0} = \frac{\frac{4}{9}D}{\tau_0} = \boxed{\frac{4}{9}\frac{D}{\tau_0}}$

3) $t_1 - t_0$ – время, которое мишень полностью закрывала свет из △ACB и △XYC; за t_1 ~~мишень прошла~~ нижний конец прошел ровно XY, т.к. когда он в X – это тот момент в который мишень полностью освещена. Тогда

$t_1 = \frac{XY}{V} = \frac{2R}{V} = \frac{\frac{D}{3}\cdot 2}{\frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{2}{3}\cancel{D}\cdot\frac{\overset{3}{\cancel{9}}\tau_0}{\underset{2}{\cancel{4}}\cancel{D}} = \frac{3\tau_0}{2}$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$; 2) $\frac{4}{9}\frac{D}{\tau_0}$; 3) $\frac{3}{2}\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

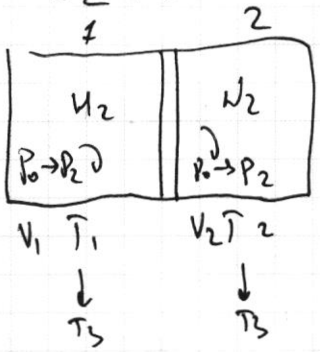
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (1)



$C_V = \frac{5}{2}R$ Для нач. сост.: P_0 одинаково (т.к. $F_{тр}=0$) ← давление вначале

$\Rightarrow \begin{cases} P_0 V_1 = \nu R T_1 \\ P_0 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$ $\quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2}$

1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{350\,K}{550\,K} = \frac{7\cdot 5}{11\cdot 5} = \boxed{\frac{7}{11}}$

2) Пусть установилась T_3 и давление P_2. Объемы V_1' и V_2' для H_2 и N_2 соотв.

$\left.\begin{aligned} 1:&\ \nu R T_3 = V_1' P_2 \\ 2:&\ \nu R T_3 = V_2' P_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow V_1' = V_2'$

~~Q = A~~ Для системы из всего сосуда $A=0$; $Q=0$

$\Rightarrow$ ~~$|\Delta E_1| = |\Delta E_2|$, т.к. $0 = 0 + (\Delta E_1 + \Delta E_2)$~~ $\Delta E = 0$; $\Delta E = |E_1| - |E_2|$

~~$|E_1| = |E_2| \Rightarrow$~~ $|E_1| = C_V \cdot |(T_3 - T_1)|\nu$

$|E_2| = C_V \cdot |(T_3 - T_2)|\nu$ $\ \underset{T_2 > T_1}{\Rightarrow}$ ~~$C_V\nu(T_2 - T_3) = E_1$~~ ~~$C_V\nu(T_3 - T_1) = |E_2|$~~

$C_V \nu (T_2 - T_3) = C_V \nu (T_3 - T_1) \Leftrightarrow T_2 - T_3 = T_3 - T_1 \Leftrightarrow T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$T_3 = \frac{350 + 550}{2}K = \frac{900}{2}K = \boxed{450°K}$

3) Q_1 – кол-во теплоты, кот. N_2 передал H_2. Тогда

~~$Q_1 = A_1 + \Delta E_1$, где A_1 – работа, совер. внеш. силами для системы N_2~~ ~~ΔE_1~~

$-Q_1$ – тепло, полученное N_2; тогда $-Q_1 = A + \Delta E'$, где

A – работа сов. N_2, $\Delta E'$ – изм. внутр. энергии N_2; $\Delta E' = C_V(T_3 - T_2)$

~~$-Q_1 = \int_{V_2}^{V_2'} P\,dV + C_V \cdot (T_3 - T_2) = C_p \cdot \nu (T_3 - T_2)$~~

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ~~3~~ 2

(Нумеровать только чистовики)

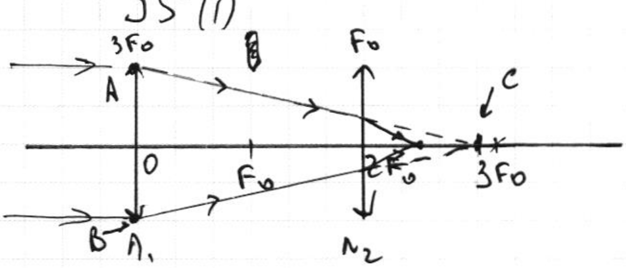
№4

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}\,(\sqrt{7}+\sqrt{3})$

$I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

$I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

№5 (1)



Свет из первой линзы, если бы не Л2 проходил бы ч/з $3F_0$ (т.к. лучи ∥ гл. опт. оси.)

т.е. можно убрать Л1, но считать, что есть точечный источник в $3F_0$; Тогда $a = 2F_0 - 3F_0 = -F_0$

b – расст. от Л2 до изображения после преломления (т.е. фотодетектор.)

для Л2

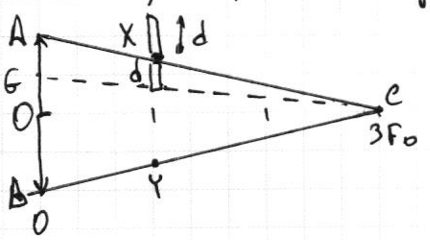
$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F_0}$

$\frac{1}{-F_0}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F_0}$; : $b=\frac{F_0}{2}$

где считаем, что источник мнимый;

1) Тогда расстояние м/у Л2 и фотодетектором $b=\frac{F_0}{2}$

2) уменьшение на графике $I(t)$ происходит именно тогда, когда ~~М пересекает хотя бы некоторые лучи, проходящие ч/з А1~~ уменьшается площадь пучка, ч/з который проходит М (т.е. пока ~~хотя бы некоторые лучи~~ лучи пластину пересекают, причем не все.) Рассмотри △ABC



AB = D
OC = $3F_0$

Если d диаметр М, то

~~для подобия △AGC и при ∠ACG: $\frac{d}{2F_0}=$~~

$\frac{d}{\tau_0} = V$; т.к. $I \sim P$ св, и ~~сечение~~ интенсивность сечения пучка const, то ~~$I \sim S$, где S – пло~~

$I = \frac{S}{S_0} I_0$, где S_0 – площадь пучка сечение плоскостью ⊥ Г. оптич. оси

$I = S\frac{I_0}{S_0}$; Тогда в нашей ситуации $I = I_1$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~№1~~

~~$V_2 = \frac{V_1 \cos\alpha + 2u}{\cos\beta}$; $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$~~

~~$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$~~

~~$V_2 =$~~

№2 (2)

$C_p = C_v + R = \frac{7}{2} R$

$A = -A_{вн}$ – работа внеш. сил.

$A_{вн} = F \cdot \Delta S = 0 \cdot \Delta S = 0$, где F – сила, действ. на поршень

$F = 0$ т.к. давления уравновешены. Тогда

$-Q_1 = C_p \nu (T_3 - T_2) = -\frac{5}{2} R \nu (T_2 - T_3)$

$Q_1 = \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{6}{7} \cdot 100$ Дж $= 10^2 \cdot 2 \cdot 8{,}31$ Дж $= 16{,}6 \cdot 10^2$ Дж $= 1{,}660$ кДж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{11} = \frac{T_1}{T_2}$; 2) $T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450$ °К; 3) $Q_1 = 1660$ Дж.

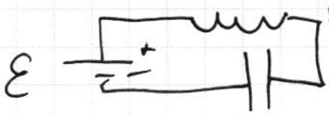
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

$I = 0$ (у эс(э.))

$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}$



$\mathcal{E}$

$q = u = 0$

V_1 u

$V_1 \cos\alpha + u > V_2 \cos\beta - u$

$2u > V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha =$

$= \cancel{18}^{6} \cdot \frac{\sqrt{8}}{\cancel{3}} - 12\frac{\sqrt{3}}{2} =$

$= 12\sqrt{2} - \cancel{12}^{6}\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} =$

$= 6(2\sqrt{2} - \sqrt{3})$

$V_2' = \frac{9}{18} V$

$V_1 = \frac{11}{18} V$

$V_2 = \frac{11}{7} V_1$

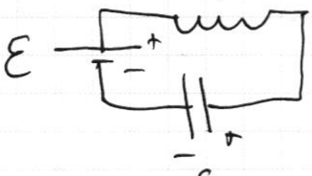
$\boxed{\cancel{V_2 = \frac{11}{18} V}}$

$\frac{18}{7} V_1 = V$

$V_2 = \frac{11}{\cancel{7}} \cdot \frac{\cancel{7}V}{18}$

$\mathcal{E}_1 = 0$ I ~~max. or min~~

$\cancel{\mathcal{E} = 0}$



$\mathcal{E}$

$\mathcal{E}$

$2\mathcal{E}q = I^2 L + \frac{\mathcal{E}^2 q}{\cancel{2}}$ $\quad I^2 = \frac{\mathcal{E}q}{L} \cdot \frac{eq^2}{L}$

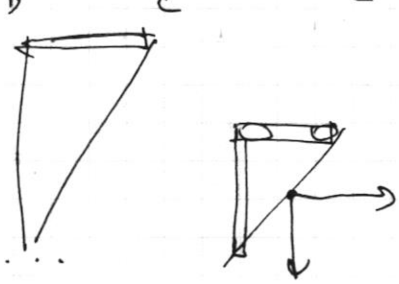
$2(\mathcal{E}q) = I^2 L - \mathcal{E}^2 q$

$\mathcal{E}^2 c = I^2 L$

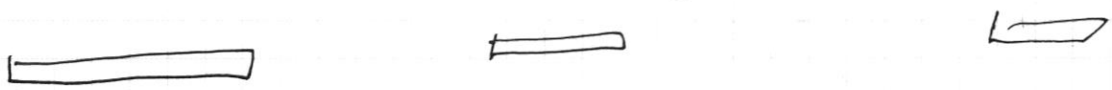
$\mathcal{E} q$

cu^2 ✓

B C

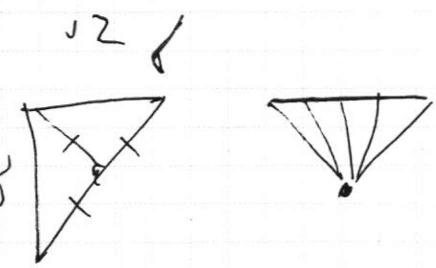


гладкие.. сила ....

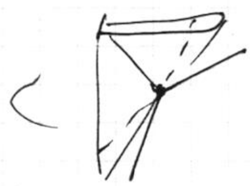


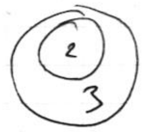
$\sqrt{2}$

σ



$E = \frac{kq}{r^2}$





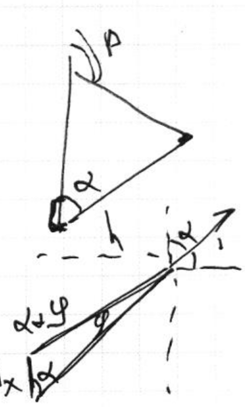
2

3

$\frac{2}{3}$

$\cancel{r^2 \; h^2}$

$\frac{2}{3} D \cdot \frac{2}{3} = \boxed{\frac{4}{9} D}$



β α h α $d\varphi$ φ dx α

$E = \frac{k\sigma dx}{r^2} =$

$dx = r\sin\varphi$

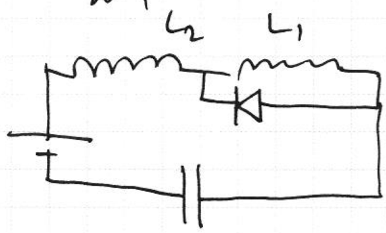
$\boxed{r = \frac{h}{\sin\alpha}}$

$E = \frac{k\sigma \varphi \sin\varphi}{r^2} = \frac{k\sigma \sin\alpha \sin\alpha}{h} = \frac{k\sigma}{h} \alpha \sin\alpha$

$E \cdot \sin\alpha$

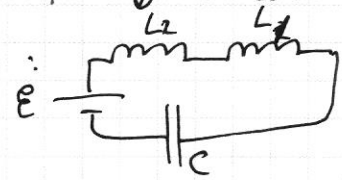
$dE = \int \frac{k\sigma}{h} \alpha \sin^2\alpha$

№4

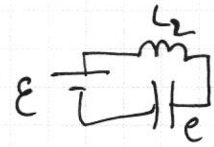


Период колебаний делится на две части:

1) если ток течёт по час. стрелке диод заперт и:



2) против час. стрелки:



т.к. диод открыт, ток ч/з катушку не идёт, т.к. $U_д = 0$ - напряжение диода.

Тогда T - период колебаний $T = \frac{T_1+T_2}{2}$ (где индексы соответств. случаям)

Пусть $L_3 = L_1 + L_2$ - $L_{эфф}$ послед. соед. катушек.

Тогда для $\forall$ колеб. контура: $\frac{LI^2}{2} + \frac{cq^2}{2} = \mathcal{E} q$;

$\Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{cL}}$; ~~полож. равновесие при I = ... E~~ Полож. равновесие при $U_c = \mathcal{E}$, max ток при ~~...~~ $U_c = \mathcal{E}$, т.к. $\mathcal{E}_i = 0$

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

$I = 0$ при $U_c = 2\mathcal{E}$ или $U_c = 0$ - min ток будет.

Тогда $T_1 = 2\pi\sqrt{L_3 C}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$T = \frac{2\pi\sqrt{L_3 C} + 2\pi\sqrt{L_2 C}}{2} =$ ~~...~~

$= \pi\left(\sqrt{(L_1+L_2)C} + \sqrt{L_2 C}\right) = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{7} + \sqrt{3}\right)$

ч/з L_1 течёт ток только в 1 ситуации. и он max когда ток максимален во всей цепи и равен max во всей цепи

т.е. I_{m1} достиг. при ~~$U_c = 0$~~ $U_c = \mathcal{E}$

из ЗСЭ: $\frac{L_3 I_{m1}^2}{2} + \frac{cq^2}{2} = \mathcal{E} q \Leftrightarrow L_3 I^2 + \mathcal{E} q = 2\mathcal{E} q$; $I_{m1}^2 = \frac{\mathcal{E} q}{L_3}$

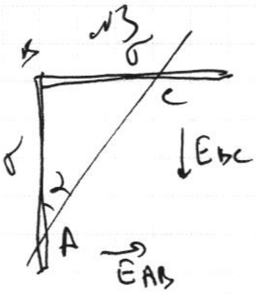
$I_{m1} = \sqrt{\frac{\mathcal{E} q}{L_1 + L_2}}$ ~~$= \mathcal{E}$~~ $q = \mathcal{E} C$; $\boxed{I_{m1} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{7L}}}$

3) max ток достигается либо в 1 случае и это I_{m1}, либо во втором. Пусть во 2-ом случае I_{m3} - max ток. Тогда $U_c = \mathcal{E}$; из ЗСЭ: $I_{m3} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{L_2}} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{3L}}$; $\frac{1}{\sqrt{3}} > \frac{1}{\sqrt{7}} \Rightarrow I_{m3} > I_{m1}$

$\Rightarrow I_{m2} = \max(I_{m3}, I_{m1}) = I_{m3} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{3L}}$;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



1) Пусть пластины заряжены σ.

т.к. пластины бесконечны, то поле, создаваемое ими ⊥ пов-ти пластин и равно $E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (из Т. Гаусса)

Тогда до зарядки AB $E_K = E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

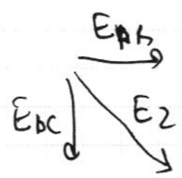
после зарядки — суперпозиция полей от BC и AC, пусть это E_1

E_{AB} — поле, созд. пластиной AB

E_{BC} — поле, созд. BC

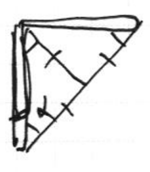
$\Rightarrow E_1 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2E_0^2} = \boxed{\frac{\sigma}{\varepsilon_0\sqrt{2}}}$ не зависит от положения точки K

2) $E_{AB} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_{BC} = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}$;



Пусть E_2 — поле, создаваемое этими зарядами в K.

$E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1^2+3^2} = \frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$



в 1 сл. т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, поле от пластин ⊥ им и $\bar{E}_{AB} \perp \bar{E}_{BC}$, по модулю равны из-за симметрии.

Ответ: 1) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0\sqrt{2}}$; 2) $\frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

№2 (2)

$C_p = C_V + R = \frac{7}{2}R$; Пусть V — объем всего сосуда. Тогда

$V_2 = \frac{11}{18}V$; $V_2' = \frac{1}{2}V = \frac{9}{18}V$. ~~Видно, что~~

$\cancel{P_0V_2 = \nu RT}$ A =

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

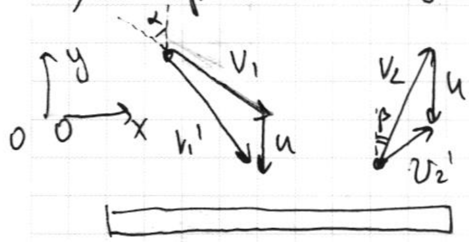
~~В С.О. плиты~~ 1) Т.к. плита гладкая, то $F_{тр}=0$

и по горизонтали (OX) внешних сил нет ⇒ выполняется ЗСИ:

$mV_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta\, m$, где m – масса шарика

$V_2 = \frac{\sin\alpha V_1}{\sin\beta} = \frac{\frac12 V_1}{\frac13} = \frac32 V_1 = \frac{3}{2}\cdot 12 м/с = \boxed{18 м/с}$

2) Перейдем в И.С.О. плиты:



$Q > 0$, где Q тепло, кот. выделяется при ударе.

Пусть ~~N – средняя сил~~ p – импульс от плиты, переданный шарику. (он ∥ OY)

Тогда: $V_{1y}' + p_y = V_{2y}'$; $V_{1y}' = -V_1\cos\alpha - (\cancel{+}U)$

$V_{2y}' = -U + V_2\cos\beta$

$p_y = V_2\cos\beta - U - (-V_1\cos\alpha - U) = V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha + U - U = V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha$

ЗСЭ в С.О. земли: $\frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = Q + \frac{MU^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}$, где M – масса плиты

$Q = \frac{m}{2}(V_1^2 - V_2^2)$ $\quad Q > 0 \Leftrightarrow V_1^2 - V_2^2 > 0$

Т.к. удар неупругий, то $|V_{2y}'| < |V_{1y}'| \Leftrightarrow$

$V_2\cos\beta - U < V_1\cos\alpha + U$

$V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha < 2U \Rightarrow U > \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$;

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac19} = \sqrt{\frac89}$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac14} = \sqrt{\frac34}$

$\Leftrightarrow U > \left(\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta - \cos\alpha\right)\frac{V_1}{2} = \left(\frac{\frac12}{\frac13}\cdot\frac{2\sqrt2}{3} - \frac{\sqrt3}{2}\right)\frac{V_1}{2} = \left(\sqrt2 - \frac{\sqrt3}{2}\right)\frac{V_1}{2} = (2\sqrt2-\sqrt3)\frac{V_1}{4}$

$= (2\sqrt2-\sqrt3)\cdot\frac{12}{4} м/с = (2\sqrt2-\sqrt3)\cdot 3 м/с$

Ответ: $V_2 = 18 м/с$; $U > (2\sqrt2-\sqrt3)\cdot 3 м/с$

Перерешиваю. нет.

№2

$\mathcal{E} = \frac{3}{2}\nu R T$

T_1 T_2

$Q =$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$P_2 V_2' = \nu R T_3$

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

$T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$T = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right)$

$= \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)$

№5

$\frac{V_1}{2} = \frac{V_2}{3}$

$\frac{3}{2}V_1$ $V_2 = \frac{3}{2}V_1$

$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0}$

$\frac{1}{b} = \frac{2}{F_0}$; $\boxed{b = \frac{F_0}{2}}$

$\sqrt{9+1} =$

D $\frac{2}{3}D$ $3F_0$

$d = vt_1$

$\frac{\frac{2}{3}D}{v} = t_1$

$= \frac{2}{3}\frac{D}{\frac{1}{9}D}$

$= \frac{2}{3}\cdot\frac{9}{4}$

$= \frac{3}{2}F_0$

$\frac{I_0}{S_0} = \frac{I}{S}$;

$S_0 = \pi\left(\frac{1}{3}D\right)^2$

$S = I\frac{S_0}{I_0} = \frac{5}{9}\cdot\pi\cdot\frac{1}{9}D^2$; $= S = S_0\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$

$\left(S_0 - \frac{I}{I_0}S_0\right) = \frac{\pi}{4}d^2$; $d^2 = 4\frac{1}{9}D^2\left(1-\frac{5}{9}\right) \Rightarrow \boxed{d = \frac{4}{9}D}$

$S_0 = \pi\frac{1}{9}D^2$

$v = \frac{\frac{4}{9}D}{}$

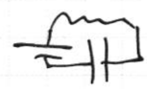
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

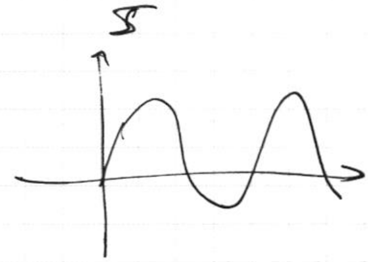
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

Я хз как доказать, что не ОЭ проецир-тем.

$$\begin{cases} {V_1'}^2 = \frac{2Q}{m} + {V_2'}^2 \\ V_{1x} + V_{2x} = \frac{P_{тр}}{m} = \end{cases}$$

$Q = F \cdot dS$





~~$V_{1y} = \frac{P_N}{m} + V_{2y}$~~

$V_{1y}' - V_{1y}' = \frac{P_N}{m}$; $\begin{cases} P_N = N\,dt \\ P_{тр} = \mu N\,dt \end{cases}$ $\begin{cases} Q = \mu N\,dS \\ P_{тр} = \mu N\,dt \end{cases}$ $\frac{Q}{P_{тр}} = \upsilon_x$

$LI^2 + Cq^2 = \mathcal{E}q$

$Cq = \mathcal{E}$:

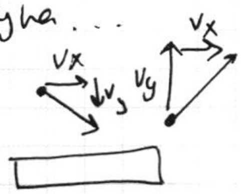
$\boxed{LI^2 = \mathcal{E}q}$

$V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = \frac{2Q}{m} + V_{y2}^2 + V_{x2}^2$

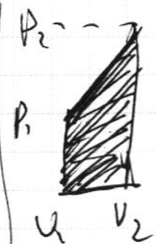
$V_{y1}^2 - V_{y2}^2 = \frac{2Q}{m} + V_{x2}^2 - V_{x1}^2 = \frac{2Q}{m} + \frac{P_{тр}}{m} \cdot \Delta V$

$Q = A + \Delta E$

Сума...



~~$LI^2 + 2Q$~~



$\frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) +$

$+ \frac{P_2 + P_1}{2} \Delta V =$

$=$

$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta + \frac{P_{тр}}{m}$

$\begin{cases} P_0 V_2 = \nu R T_2 \\ P_2 V_2 = \nu R T \end{cases}$

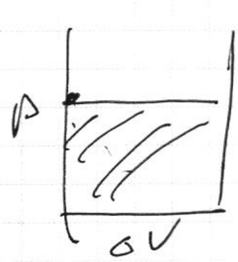
$C\mathcal{E} = q$

$PdV =$

$C = C_p + C_V$

$\boxed{C_p = C_V + R}$;

$\boxed{PdV = \nu C_p \cdot dT}$



$Q = \frac{3}{2}\Delta VP + P\Delta V = \frac{5}{2}P\Delta V$

$c_V =$

$C_p = R + C_V$

черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

10% не сумею

easy вроде.

Ответ:

0 ✓	1	2
	2	~~3~~
✓	3	4
✓	4 / 5	5

№1

$Q > 0$

v_2 – ?

u – ?

радиально? =) $\boxed{\text{Ну норм}}$

~~[illegible]~~...

1) ~~[illegible]~~ ✓

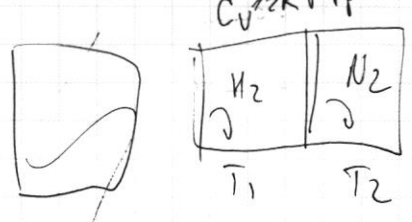
2) ~~[illegible]~~

3) ✓ но сильно хз подиг

4) ✓ но хз

5) ✓ но хз

№2



$C_V = \frac{5}{2}R$ $F_{тр} = 0$

R

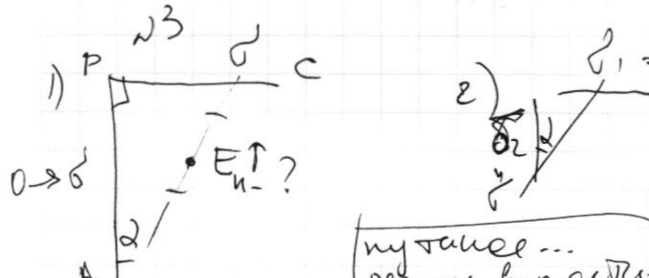
$\frac{\nu_1}{\nu_2}$ – ?

T – ?

Q – ?

норм. так-то тоже легко

№3



1) P, C, σ, A, α, 0 → σ

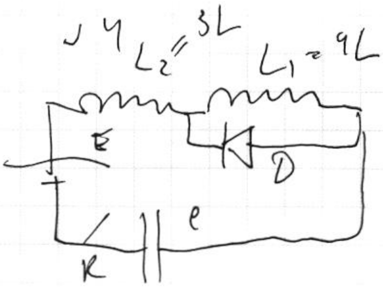
$E_{н}$ – ?

2) $\sigma_1 = 3\sigma$, σ_2

$E_{н}$ – ?

путанее... решу, вероятно

№4 $L_2 = 3L$ $L_1 = 9L$



I: 0 → посл.

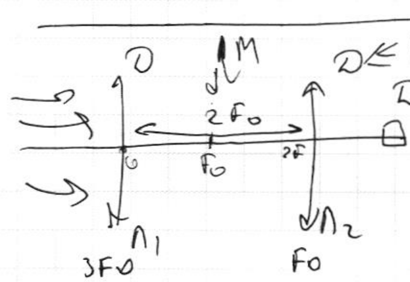
1) T – ?

2) $I_{m_{L_1}}$ – ?

3) $I_{m_{L_2}}$ – ?

Ну... не хочу, но вроде решаемо.

№5



I ~ N

M: 

1) Норм.

2) V – ?

3) t_1 – ?

Прикольнее интереснее.

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)