Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

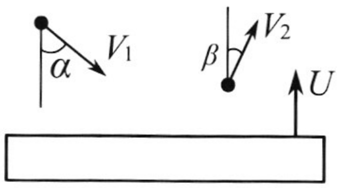
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



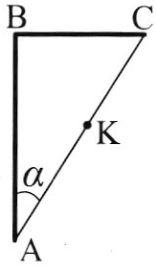
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

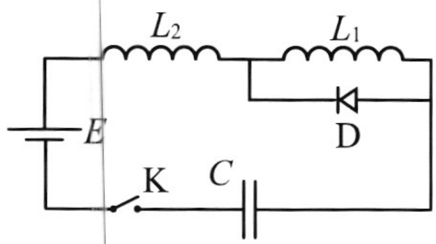
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

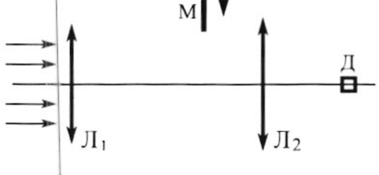
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

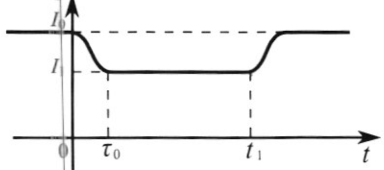
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

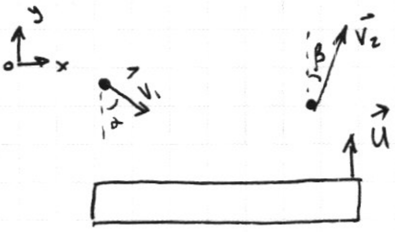
(заполняется секретарём)

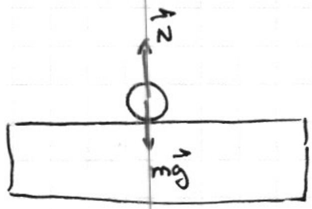
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано: $v_1 = 8$ м/с
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$
$\sin\beta = \frac{1}{2}$

v_2 - ?
u - ?





1. Введём с-му координат xOy. ~~где ось Ox~~
Рассмотрим силы, действующие на шарик при столкновении.
N - сила реакции опоры
mg - сила тяжести.

Заметим, что по оси Ox сил нет. Тогда можем записать ЗСИ по оси Ox для шарика:

$\cancel{m} v_2 \sin\beta - \cancel{m} v_1 \sin\alpha = 0$

$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = 8 \cdot \frac{3/4}{1/2} = \frac{3}{2} \cdot 8 = 12$ м/с

2. Т.к. плита массивная (т.е. её масса намного больше массы шарика), то при соударении её скорость не изменится. Перейдём в СО, связанную с плитой, в ней скорости шарика: по оси Oy:

$\vec{v}_{1отн}$: $v_{1y}' = v_{1y} + u = v_1 \cos\alpha + u$
$v_{2y}' = v_{2y} - u = v_2 \cos\beta - u$

Запишем ЗСИ по оси Oy:

$m v_{2y}' - m v_{1y}' = N\tau - mg\tau$, *

где τ - время соударения. Т.к. mg можно не учитывать, то: $m v_{2y}' - m v_{1y}' = N\tau$.
Также сказано, что τ - малое время, тогда:

$\cancel{m} v_{2y}' - \cancel{m} v_{1y}' = 0$

$v_{2y}' = v_{1y}' \Rightarrow v_1 \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u$

$2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$. (*)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Из основного тригонометрического тождества:

$$\cos\alpha = \pm\sqrt{1-\sin^2\alpha} = \pm\sqrt{1-\frac{9}{16}} = \pm\frac{\sqrt{7}}{4}$$

т.к. $\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$ (из рисунка и условия того, что соуд. происходит), то $\cos\alpha > 0$ (аналог. $\cos\beta > 0$)

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Тогда из (*):

$$u = \frac{1}{2}(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha) = \frac{1}{2}\left(12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4}\right) =$$

$$= 3\sqrt{3} - \sqrt{7} \text{ м/с}$$

Ответ: $V_2 = 12$ м/с, $u = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$ м/с.

№ 5

Дано: F_0, D, τ_0
$\rho(Л_1; Л_2) = 3F_0$
$D \ll F_0$
$\rho(Л_1; M) = 2F_0$
$I_1 = \frac{3}{4}I_0$

$\rho(Л_2; Д) - ?$
$V - ?$
$t_1 - ?$

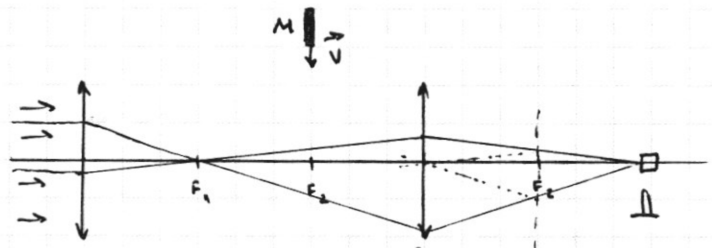
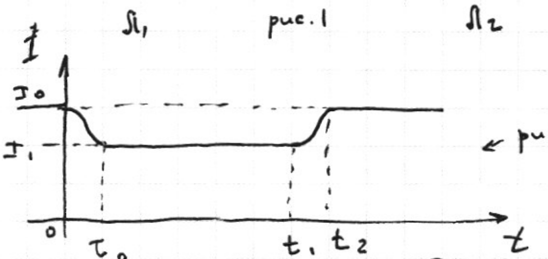


рис. 1



← рис. 2

1. Лучи, падающие параллельно главной оптической оси тонкой линзы пересекаются в фокусе. Тогда пучок света, падающий на линзу $Л_1$, сфокусируется в её фокусе, на расстоянии F_0 от неё (и $2F_0$ от $Л_2$).
Тогда эта точка (F_1 на рис.1) станет источником света для линзы $Л_2$. Обозначим f расстояние от $Л_2$ до фотодетектора Д (искомое расстояние). Тогда по формуле тонкой линзы:

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

2. Проанализируем график на рис. 2.
Время от 0 до τ_0 — мишень M входила в пучок света.
от τ_0 до t_1 — M целиком находилась в пучке света
от t_1 до t_2 (см. рис. 2) — M выходила из пучка света.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

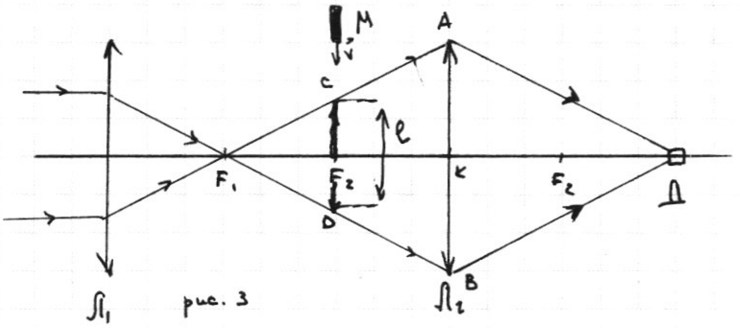


рис. 3

Заметим, что не весь пучок света, проходящий через $Л_1$, попадает на фотодетектор. Определим диаметр этого пучка в плоскости, через которую проходит М. (l)

На рис. 3 обозначены точки F_2, A, B, C, D, F_1, K. Т.к. $CD \parallel AB$ и они пересекают $\angle AF_1B$, то $\triangle AF_1B \sim \triangle CF_1D$. Тогда

$$\frac{l}{AB} = \frac{F_1F_2}{F_1K}$$

$AB = D$, $F_1F_2 = F_0$, $F_1K = 2F_0$

$$\frac{l}{D} = \frac{1}{2} \Rightarrow l = \frac{D}{2}$$

Тогда площадь круга, который является сечением пучка света плоскостью, в которой находится М:

$$S_1 = \frac{1}{4}\pi l^2 = \frac{\pi D^2}{16}$$

3. Из графика на рис. 2 видим, что когда мишень целиком в пучке света, то $I_1 = \frac{3}{4} I_0$.
Сила тока пропорцион. мощности падающего света, которая пропорциональна кол-ву лучей, падающих на Д, т.е. площади пучка в любой точке. Т.о. $I \sim S$
Когда мишень перекрывает часть пучка, мощность падает. Пусть площадь мишени S_M. Тогда:

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{S_1}{S_1 - S_M} \Rightarrow \frac{S_1}{S_1 - S_M} = \frac{4}{3}$$

$$3S_1 = 4S_1 - 4S_M \Rightarrow S_M = \frac{1}{4} S_1 = \frac{\pi D^2}{64}$$

$S_M = \frac{1}{4}\pi d^2$, где d − диаметр мишени.

$$\frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{64}\pi D^2 \Rightarrow d^2 = \frac{D^2}{16} \Rightarrow d = \frac{1}{4} D.$$

3. На промежутке времени от 0 до τ_0, мишень заходит в пучок света. Тогда:

$$v = \frac{d}{\tau_0},$$

т.к. за время τ_0 верхний край мишени смещается на d.

$$v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$$

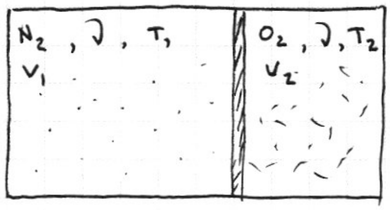
4. За время t_1 нижний край мишени проходит от начала пучка света до конца. т.о.:

$$t_1 = \frac{\ell}{v} = \frac{D \cdot 4\tau_0}{2 \cdot D} = 2\tau_0$$

<u>Ответ:</u> $\rho(\Lambda_2; \Delta) = f = 2F_0$; $v = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = 2\tau_0$

№ 2.

<u>Дано:</u> N_2, O_2
$\nu = \frac{3}{7}$ моль
$T_1 = 300$ K
$T_2 = 500$ K
$C_V = \frac{5}{2}R$
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$
$\frac{V_1}{V_2}$ – ?
T – ?
Q – ?



1. Т.к. поршень двигается без трения, то давления в отсеках всегда будут равны.

Пускай в начальный момент давление в отсеках было P. Запишем з-н Менделеева-Клайперона для обоих отсеков (V_1 - объём азота, V_2 - объём кислорода.

$PV_1 = \nu R T_1$ - азот

$PV_2 = \nu R T_2$ - кислород.

Поделим первое ур. на второе, получим:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$$

2. Т.к. сосуд теплоизолированный, то теплообмен происходит только между газами через поршень. Тогда если Q_1 - теплота, подведённая к азоту, а Q_2 - к кислороду, то

$$Q_1 = -Q_2$$

(один газ отдавал теплоту другому).

Также, т.к. давления в отсеках в каждый момент времени равны, и равны по модулю, но противоп. по знаку изменения объёма (поршень, сдвигаясь, уменьшает объём одного отсека на ΔV и увеличивает объём другого на ΔV), то работа на малом промежутке времени у газов равна по модулю и противоп.

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 4
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по знаку. Тогда и во всём процессе это верно для работы. Запишем I з-н термодинамики для обоих газов:

$$Q_1 = \Delta U_1 + A_1$$
$$Q_2 = \Delta U_2 + A_2$$

Причём $A_1 = -A_2$ и $Q_1 = -Q_2$

$$\Delta U_1 + A_1 = -(\Delta U_2 - A_1)$$
$$\Delta U_1 = -\Delta U_2$$

$\Delta U = C_V \nu \Delta T = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$. т.е.:

$$\frac{5}{2}\nu R \Delta T_1 = -\frac{5}{2}\nu R \Delta T_2 \Rightarrow \Delta T_1 = -\Delta T_2$$

$\Delta T_1 = T - T_1$, $\Delta T_2 = T - T_2$ (где T - конечная температура).

$$T - T_1 = -T + T_2$$
$$2T = T_1 + T_2$$
$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400\ K.$$

3. При равных температурах, давлении и кол-ве в-ва в отсеках, объёмы также будут равны.

Пусть V - общий объём сосуда, а V_1' - объём азота в конце. Тогда:

$$V_1 = \frac{3}{8}V, \quad V_1' = \frac{1}{2}V$$

Запишем з-н Менделеева - Клайперона для азота в начальный и конечный моменты времени (P_1' - давление азота в конце).

$$\begin{cases} PV_1 = \nu RT_1 \\ P_1V_1' = \nu RT \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P = \nu R \cdot \frac{T_1}{V_1} \\ P_1 = \nu R \frac{T}{V_1'} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P = \nu R \cdot \frac{300}{\frac{3}{8}V} \\ P_1 = \nu R \cdot \frac{400}{\frac{1}{2}V} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} P = \frac{\nu R}{V} \cdot 800 \\ P_1 = \frac{\nu R}{V} \cdot 800 \end{cases}$$

$P = P_1$, значит процесс изобарный.

Запишем I з-н термодинамики для азота:

$$Q = \Delta U_1 + A_1,$$

причём $\Delta U = c_V \nu \Delta T_1 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_1$, а $A_1 = P\Delta V = \nu R T_к - \nu R T_н = \nu R \Delta T_1$

т.о. $Q = \frac{7}{2} \nu R \Delta T_1$

$$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot (400-300) = 150 \cdot 8{,}31 = 1246{,}5 \text{ Дж}.$$

т.к. сосуд теплоизолирован, то кислород отдал всё тепло, которое получил азот.

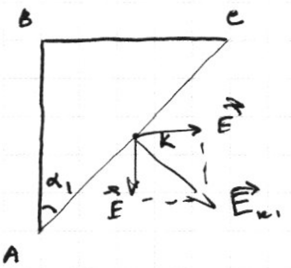
Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$; $T = 400к$; $Q = 1246{,}5$ Дж.

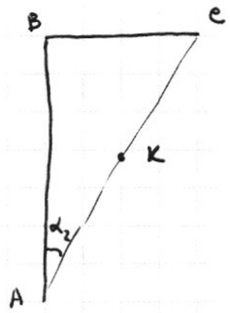
№ 3

Дано: $AB \perp BC$
$\alpha_1 = \frac{\pi}{4}$
$AK = KC$
$\sigma_1 = 2\sigma$
$\sigma_2 = \sigma$
$\alpha_2 = \frac{\pi}{7}$

$\frac{E_{k1}}{E_k}$ − ?

E_2 − ?





1 Т.к. $\alpha_1 = \frac{\pi}{4}$, т.е. $tg\,\alpha_1 = 1$, то $AB = BC$. Т.о. $S_{AB} = S_{BC}$, т.к. ребро B у них общее. Также у них равные поверхностные плотности заряда и расстояния до точки K. Тогда пластины создают одинаковую напряжённость в точке K.

Пусть пластина BC создавала напряжённость $E_к$ в точке K. Тогда AB создаст то же напряжение. Сложив напряжения по принципу суперпозиции, получим:

$$E_{k1} = \sqrt{E_k^2 + E_k^2} \quad \text{(сложение векторов)}$$

$$E_{k1} = \sqrt{2} \cdot E_k$$

Тогда $\frac{E_{k1}}{E_k} = \frac{\sqrt{2} E}{E_k} = \sqrt{2}$.

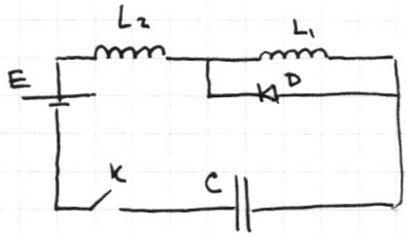
Ответ: $\frac{E_{k1}}{E_k} = \sqrt{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

Дано: E, $L_2 = L$, $L_1 = 2L$, C

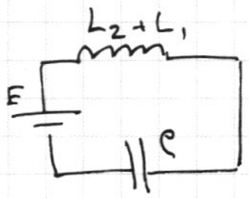
T, I_{m1}, I_{m2}



I' - производная по времени.

1. Напряжение на катушке: $U = LI'$. Тогда ток максимален, когда $I' = 0$, т.е. $U = 0$

Пока напряжение на конденсаторе меньше E, ток через диод не потечёт.
Экв. схема:



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

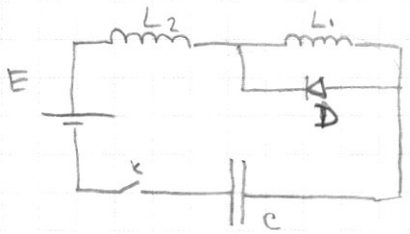
$$E_i = \frac{kq_i}{R_i^2} \cdot \frac{k\sigma \cdot S_i}{R_i^2} = \frac{k\sigma \cdot d\ell^2}{\ell^2 + d\ell^2} = 1 - \frac{k\sigma \ell^2}{\ell^2 + d\ell^2}$$

$$E = k / \left(\frac{1}{2} AB\right)^2, \quad E_1 = k / \left(\frac{1}{2} BC\right)^2$$

$$\cancel{E = k\sqrt{\frac{1}{4} AB^2 + \frac{1}{4}}}$$

$$E = 2k\sqrt{\frac{1}{AB^2} + \frac{1}{(AB \cdot tg\alpha)^2}}$$

$$\sqrt{\frac{\frac{1}{AB^2} + \frac{1}{\dots}}{\frac{1}{AB^2}}} = \sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}} = \sqrt{1 + \frac{1}{1}} = \sqrt{2}$$



$$U = LI'$$
$$LI = U\tau$$

$$Eq =$$

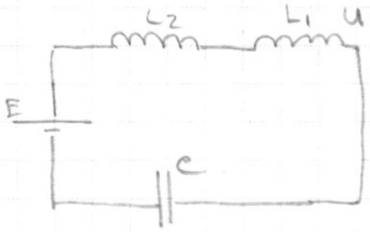
$$U_2 + U_1 + U_C = E$$

$$O + LI_1' = E - U_C$$

$$\shortparallel$$
$$U_D$$

$$I_2 = I_1 + I_D$$

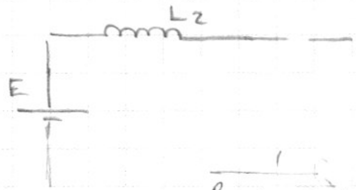
$$U < U_{откр}$$



$$LI_2' + LI_1' = E - U_C$$
$$I_2 = I_1 = I$$

$$\frac{LI_2^2}{2} + \frac{2LI_1^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = Eq$$

$$\frac{3LI^2}{2} = Eq - \frac{q^2}{2C}$$



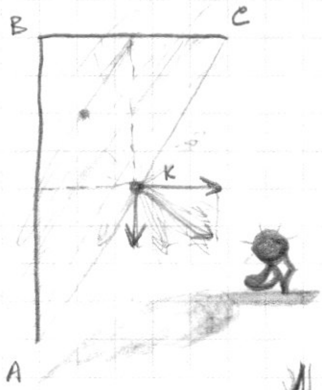
$$\frac{1}{\ell \cdot AB\, BC}\sqrt{\alpha^2 Q_1^2 \cdot 2^2 + \alpha^2 \cdot Q_2^2 \cdot 2^2} = \frac{2\alpha\Theta}{\ell \cdot AB\, BC} \cdot \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

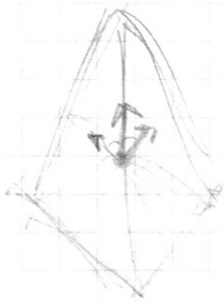
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



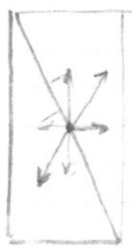
$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$?

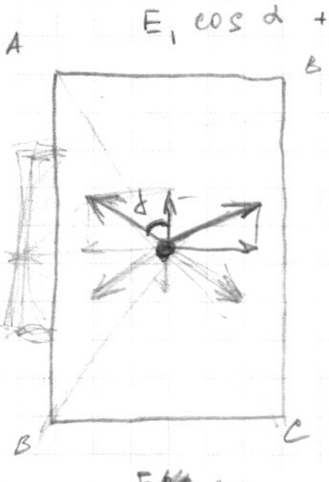
$\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}$

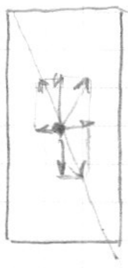


$\sigma/7$

$E_1 \cos\alpha + E_2 \sin\alpha$







$S = a \cdot$

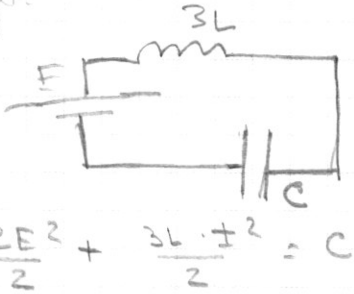
$\operatorname{tg}\gamma = \frac{E_{Ae}}{E_{Be}}$

$E_{BC} = E \cdot \cos\gamma$

$E_{BC} = E \cdot \sin\gamma$

$E_1 = \alpha \cdot \frac{\sigma}{\alpha}$

$E_{бесн} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



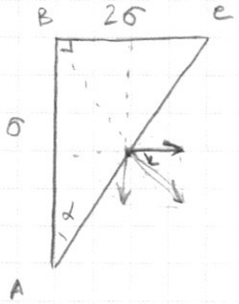
$3LI + U_C = const$

$$\frac{CE^2}{2} + \frac{3L \cdot I^2}{2} = CE^2$$

$$3LI^2 = CE^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{C}{3L}} \cdot E$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



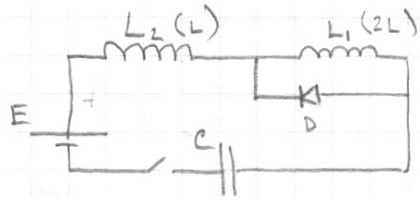
$\alpha = \frac{\pi}{4}$

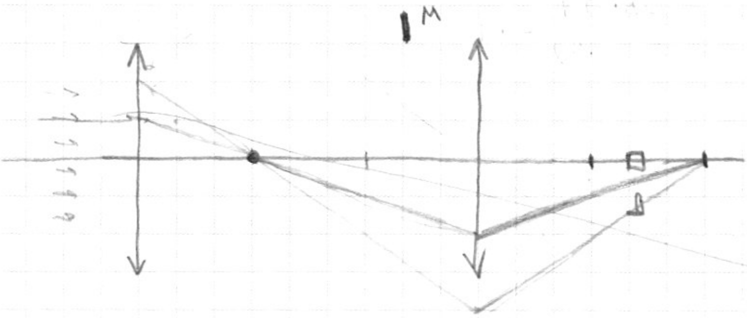
Пусть на BC – σ поуи.

$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{ABC} = \sqrt{2}\ E_{BC} \Rightarrow$ в $\sqrt{2}$ раз.





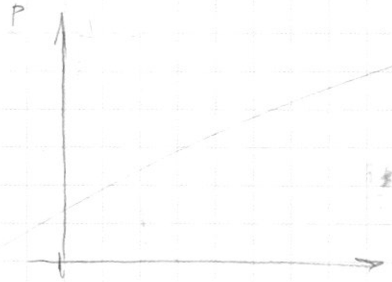
1. $2F_0$

2. $D_M = \frac{1}{4} D$

$V = \frac{D}{4\tau_0}$

3. $t_1 = \frac{D}{V} = 4\tau_0$

$N_1 \cos\alpha + u$



$\frac{P}{V}$

$Q = \Delta U + A$

$P_1 = \nu R \frac{T_1}{V_1} = \nu R \cdot \frac{300}{\frac{3}{8} V} =$

$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T =$

$= \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{7}\ 8{,}31\ \cancel{700}$

$V = \nu R \cdot \frac{800}{V}$

$P_2 = \nu R \cdot \frac{T}{V_2} = \nu R\ \frac{400}{\frac{1}{2} V} =$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{1V}{800}$ $\quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{800}$

$= \nu R \cdot \frac{800}{V}$

$P_i = \nu R \frac{T_i}{V_i}$ $\quad \frac{T_i}{V_i}$ $\quad \frac{T_j}{V_j}$ $\quad \Delta T_i = \Delta T_j$

$(P + \Delta P)(V_1 + \Delta V) = \nu R (T + \Delta T)$

$(P + \Delta V)$

$\frac{T_1 + \Delta T}{V_1 + \Delta V} = \frac{T_2 - \Delta T}{V_2 - \Delta V}$

$\times \frac{8{,}31}{150}$

4155
831
1246,50

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

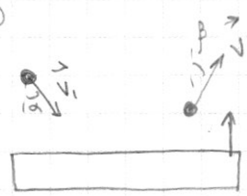
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

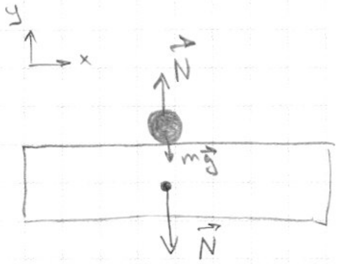
ШИФР

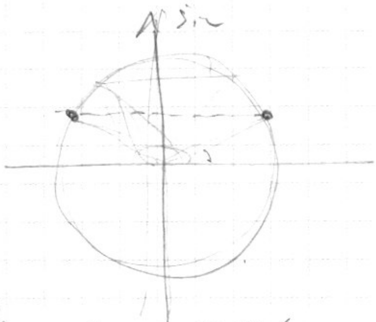
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1







$Ox: \quad v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{3/4}{1/2} = \frac{3}{2} \cdot 8 = 12$ м/с

$Oy: \quad \cancel{m v_2' \cos\beta - m v_1 \cos\alpha} =$

$v_{1y}' = v_{1y} + u = v_1 \cos\alpha + u$

$v_{2y}' = v_{2y} - u = v_2 \cos\beta - u$

$6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$

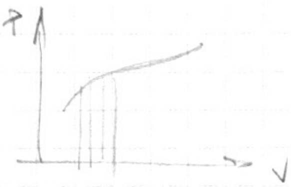
$\Delta U + A = -(\Delta U - A)$

$\Delta U = \Delta U$

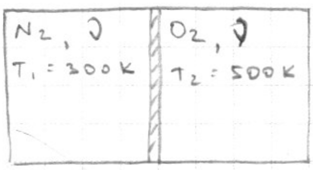
$v_{2y}' = v_{1y}' \Rightarrow v_1 \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u$

$2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha \Rightarrow u = \frac{1}{2}(v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha)$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$



2



$\nu = \frac{3}{7}$ моль

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$Q = \Delta U + A =$

$= \frac{5}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V =$

$\begin{cases} P_N V_N = \nu R T_1 \\ P_O V_O = \nu R T_2 \end{cases}$

$\frac{V_N}{V_O} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2}$

$\frac{7}{2} \nu R \Delta T_1 = -\frac{7}{2} \nu R \Delta T_2$

$P_N' V_N' = \nu R T$

$P_O' V_O' = \nu R T \Rightarrow P_N' V_N' = P_O' V_O'$

$T_1 - T = -T_2 + T$

$\frac{P_N' V_N'}{T} = \frac{P_N V_N}{T_1} =$

$2T = T_1 + T_2 \Rightarrow T = 400$ K

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

$V_N = \frac{3}{5} V, \quad T_1 = 300$ K

$P_N' = 2 \frac{\nu R T}{V}, \quad P_N = \frac{8}{3} \frac{\nu R T_1}{V}$

$V_N = \frac{1}{2} V, \quad T = 400$ K

$V_N' = \frac{1}{2} V, \quad V_N = \frac{3}{8} V \quad \frac{64}{9}$

$P_N = \frac{5}{3} \frac{\nu R T_1}{V}, \quad P_N' = 2 \frac{\nu R T}{V}$

$A_i = P \Delta V = \nu R T_i \cdot \frac{dV}{V}$

$\frac{25}{9} \cdot 300 \qquad 4 \cdot 400$

$4 \quad \frac{5}{8} \qquad \frac{3}{8} V$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)