# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

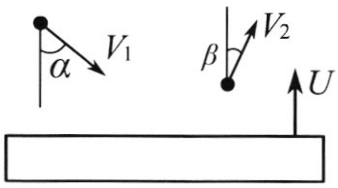
Класс 11

## Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

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




1) Найти скорость $V_2$.

2) Найти возможные значения скорости плиты $U$ при таком неупругом ударе.

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

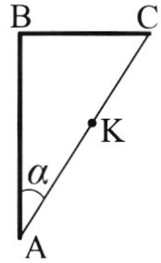
**2.** Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1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

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

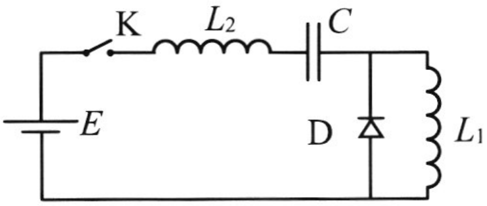
**3.** Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.




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

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

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

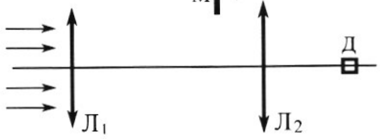


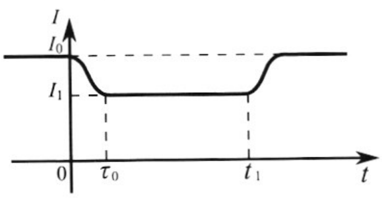

1) Найти период $T$ этих колебаний.

2) Найти максимальный ток $I_{01}$, текущий через катушку $L_1$.

3) Найти максимальный ток $I_{02}$, текущий через катушку $L_2$.

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



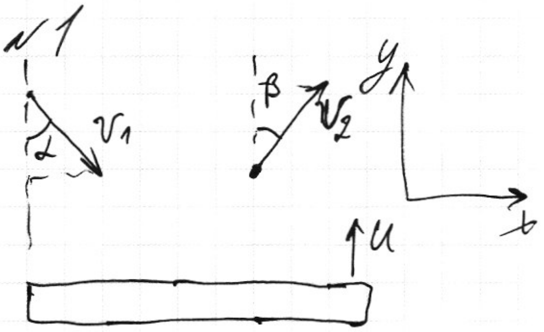

1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость $V$ движения мишени. 3) Определить $t_1$.

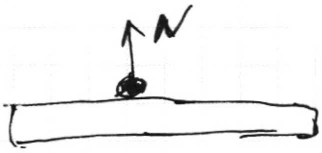
Известными считать величины $F_0$, $D$, $\tau_0$.

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1




при ударе на шарик дейсвуют силы:

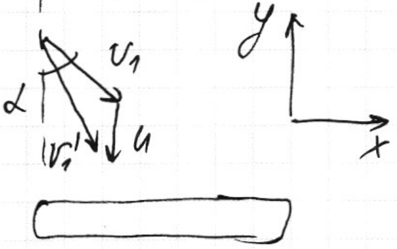



т.к силы, дейсвующие на шарик вертикальны, то проекция его скорости на OX не изменится =>

$v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = \frac{6 \cdot 2/3}{1/3} = 12$ м/с

2) перейдем в ИСО, связанную с плитой:




Скорость $v_1'$ шарика до удара посмотрим как она изменится:
т.к силы все вертикальны, то изменится только $v_{1y}'$ - проекция $v_1'$ на OY;

т.к удар неупругий, то после удара в СО плиты проекция скорости будет меньше $v_{1y}'$ т.е. $|v_{2y}'| < |v_{1y}'|$
минимальное значение $v_{2y}' = 0$ при абсолютно неупругом ударе. перейдем обратно в лабораторную СО тогда

$$\begin{cases} v_{2y} < |v_{1y}'| + u \\ v_{2y} \geq 0 + u \end{cases} \Rightarrow u \leq v_{2y} < |v_{1y}'| + u$$

$v_{1y}' \mp v_{1y} - u$ на $Oy$, т.е $v_{1y}' = -v_1\cos\alpha - u$

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

откуда $u \leq v_{2y} < v_1\cos\alpha + 2u$

$v_{2y} = v_2\cos\beta$

откуда $\begin{cases} u \leq v_2\cos\beta \\ 2u > v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u \leq v_2\cos\beta \\ u > \dfrac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} \end{cases}$

углы острые $\Rightarrow$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

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

подставим в систему:

$\begin{cases} u \leq 12\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} \\ u > \dfrac{12\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{6\cdot\sqrt{5}}{3}}{2} \end{cases}$ $\quad 4\sqrt{2} - \sqrt{5} < u \leq 8\sqrt{2}$

Ответ: $v_2 = 12$ м/с

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

№2

Ответ: на 2-ю задачу: $\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{3}{4}$

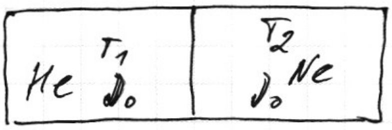
$T_k = 385\,K = \frac{(T_1 + T_2)}{2}$

$Q_{Ne \to He} = \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_1) + \frac{\nu R T_1}{6} = 274{,}23$ Дж

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 $T_1 < T_2$




т.к газы идеальные, то запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$P_1V_1 = \nu_0 R T_1$ — для гелия (1)

$P_2V_2 = \nu_0 R T_2$ — для неона (2)

т.к поршень двигается медленно, то процесс можно считать равновесным, а давление в обоих сосудах примерно одинаковым => $P_1 \approx P_2$

поэтому поделим уравнения:

(1):(2) => $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{\nu_0 R T_1}{\nu_0 R T_2}$ => $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330K}{440K} = \frac{3}{4}$.

запишем 1-е начало термодинамики: ~~для газа~~

$Q_{пол} = \Delta U_{сист} + A_{сист}$.

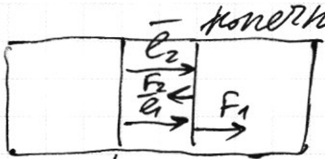
Т.к сосуд теплоизолирован, то идет теплообмен только между отсеками: 1-й закон термодинамики:

для He: $Q_{пол\,He} = \Delta U_{He} + A_{He}$ (1)

для Ne: $Q_{пол\,Ne} = \Delta U_{Ne} + A_{Ne}$ (2)

тогда $Q_{пол\,He} = -Q_{пол\,Ne}$, т.к наружу тепло не идет.

$A_{He} = -A_{Ne}$, т.к $A = (\vec{F} \cdot \vec{B})$, а $F = pS$. т.к равновесный процесс, то $P_1 \approx P_2$, $S_1 = S_2$ => силы по модулю равны, а $\vec{b_1} = -\vec{b_2}$ т.к это движение поршня со стороны газов




$\vec{l_1} = \vec{l_2}$, но $\vec{F_1} \uparrow\downarrow \vec{F_2}$,

$|F_1| = |F_2|$, т.к $p_1 \approx p_2$

Сложим (1)+(2) =>

$Q_{пол\,He} + Q_{пол\,Ne} = \Delta U_{He} + A_{He} + \Delta U_{Ne} + A_{Ne}$ =>

$\Delta U_{He} + \Delta U_{Ne} = 0$ $\quad \Delta U = \frac{i}{2}\nu R \Delta T$,

т.к газы одноатомные, то $i=3$, поэтому сократим на $\frac{3}{2}\nu R$ и получим: $\Delta T_{He} + \Delta T_{Ne} = 0$ (5) $\quad (\nu_1 = \nu_2)$

$(T_{к He} - T_1) + (T_{к He} - T_2) = 0$ $\quad T_{к He} = T_{к Ne}$ т.к температура установилась => $2T_к = T_1 + T_2$ => $T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{330+440}{2} =$

$T_к = \frac{770}{2} = 385$ K

Т.к процесс равновесный, то можно записать уравнение Менделеева-Клапейрона для некоторого момента:

$pV = \nu RT$ возьмем производную: $\quad V_к = \frac{V}{2}$, т.к $p_1 = p_2$ & $T_1 = T_2$

$pdV + Vdp = \nu R dT$ =>

$p_{He} dV_{He} + V_{He} dp_{He} = \nu R dT_{He}$ (3) $\quad$ т.к $p_{He} \approx p_{Ne}$ и

$p_{Ne} dV_{Ne} + V_{Ne} dp_{Ne} = \nu R dT_{Ne}$ (4) $\quad dV_{He} = -dV_{Ne}$, то

$p_{He} dV_{He} = -p_{Ne} dV_{Ne}$ =>

(3)+(4) => $V_{He} dp_{He} + V_{Ne} dp_{Ne} = \nu R(dT_{He} + dT_{Ne})$

$dp_{He} \approx dp_{Ne}$ иначе появилось ускорение у поршня =>

$dp(V_{He} + V_{Ne}) = \nu R(dT_{He} + dT_{Ne})$ возьмем производную от (5) =>

$dT_{He} + dT_{Ne} = 0$ $\quad V_{He} + V_{Ne} = V$ => $dp = 0$ => процесс изобарный

тогда $V_1 + V_2 = V$ и $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$ => $\frac{7}{4}V_2 = V$ => $V_1 = \frac{3}{7}V$

по 1-му з. термодинамики для He: $Q_{пол} = \Delta U + A_{газа} =$

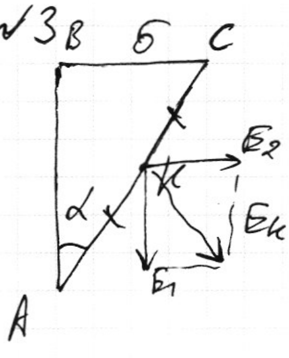
$\frac{i}{2}\nu R\Delta T + \int p\,dV = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + p\left(\frac{V}{2} - V_1\right) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + p\left(\frac{7}{6}V_1 - V_1\right) = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) + \frac{\nu R T_1}{6} = \frac{3 \cdot 6}{2 \cdot 25} 8{,}31(385-330) + \frac{6 \cdot 8{,}31 \cdot 330}{25 \cdot 6} =$

274,23 Дж

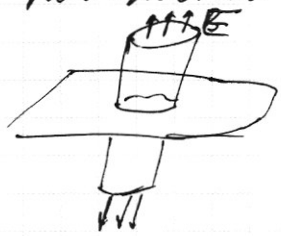
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3




Ответ на 2-ю задачу:

1) поле от бесконечной пластины с плотностью заряда $\sigma$ по т. Гаусса:




$$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

из симметрии поле только через S, через боковые грани $E=0$

тогда $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

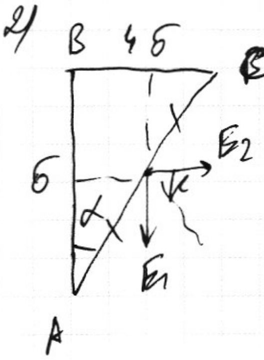
если зарядить AB, то появится $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\Rightarrow E_k^2 = E_1^2 + E_2^2$ по т. Пифагора.

$$E_k^2 = \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} \Rightarrow E_k = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2} \Rightarrow \frac{E_k}{E_1} = \sqrt{2}$$

если $\sigma < 0$, то сумма $\vec{E_1} + \vec{E_2}$ не поменяется по модулю, только по направлению.

2)




т.к пластины бесконечные, то на перпендикуляре в экваториальной плоскости можно считать, что напряженность как от бесконечной пластины $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

можно посчитать $E = \sigma k \Omega$ где $\Omega$ – телесный угол и в данном случае $\Omega = 2\pi$, т.к половина пространства.

$$E = \frac{\sigma\, 2\pi}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

тогда по суперпозиции $E_3^2 = E_1^2 + E_2^2 = \left(\frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 = \frac{17\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}$

$$E_3 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$$

Ответ: $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$ $\quad E_3 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

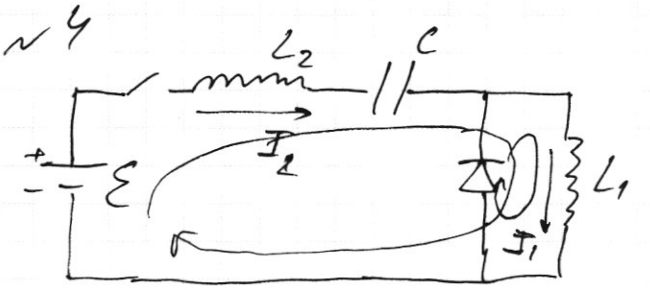
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4




$L_1 = 3L$

$L_2 = 2L$

Т.к диод идеальный, то $U_{отп} = 0$ => при прямом протекании тока напряжение $U_D = 0$.

запишем 2-е правило Кирхгофа для большого контура:

$$\mathcal{E} - \frac{L_2 dI_2}{dt} - \frac{L_1 dI_1}{dt} = U_C$$

2-е правило Кирхгофа для маленького контура:

$-\frac{L_1 dI_1}{dt} = U_D$ таким образом $\frac{dI_1}{dt} > 0$

если $\frac{dI_1}{dt} < 0$, то $\frac{dI}{dt} = 0$

Поэтому на катушке ток достигнет некоторого значение $I_1$ и оно будет постоянным, а при разрядке конденсатора ток будет бежать через диод, а на $L_1$ $I = const$

Колебание возникнут тогда, когда на катушке появится ток $I_1$. тогда $\frac{L_1 dI_1}{dt} = 0$ =>

2-й закон Кирхгофа:

$\mathcal{E} - \frac{L_2 dI_2}{dt} = U_C$ => $\mathcal{E} - \frac{q}{C} = L_2 \ddot{q}$ => $q = q^* + \mathcal{E}C$

$q^* = q - \mathcal{E}C$ => $(\ddot{q}^*) = (\ddot{q})$ =>

$\mathcal{E} - \frac{q^* + \mathcal{E}C}{C} = -\frac{q^*}{C} = L_2 \ddot{q}^*$ => $\ddot{q}^* = -\frac{1}{L_2 C} q^*$ => $\omega^2 = \frac{1}{L_2 C}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{L_2 C}}} = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{2LC}$$

Закон сохранение энергии для начального и положения когда $I_1 = I_{max_1} = I_{01}$:

$\mathcal{E} = \frac{q}{C}$ т.к $\frac{dI_2}{dt} = 0$ $\frac{dI_1}{dt} = 0$ (диод закрыт $\Rightarrow I_1 = I_2$

$q_н = \mathcal{E}C$ $\quad$ $I_{max}$ когда $\frac{dI}{dt} = 0$

$A_{вн} = \Delta U + Q_{выд}$ $\quad$ ($Q_{выд} = 0$) т.к элементы идеальные

$$\mathcal{E}(\mathcal{E}C - 0) = \left(\frac{2L I_м^2}{2} + \frac{3L I_м^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}\right)_к - (0)_н$$

$$I_{max}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{5L} \Rightarrow I_{max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

после этого начнутся колебание, а тот момент, где $I_1$ стало $I_{max}$ можно считать положением равновесия, т.к там минимальна энергия конденсатора.

тогда в этой же точке максимален и $I_2$.

также можно проверить и по другому

ЗСЭ когда $q_{max} \Rightarrow I_2 = 0$ чтобы потом разряжал $\Rightarrow$

ЗСЭ в $q_{max}$ из положения ~~$I_{max}$~~. ~~когда~~ начального.

$$q\mathcal{E} = \frac{L_1 I_м^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \quad (I_2 = 0,\ т.к\ q_{max})$$

$$\frac{q^2}{2C} - q\mathcal{E} + \frac{L_1 I_м^2}{2} = 0 \Rightarrow q = \frac{2\mathcal{E}C \pm \sqrt{4\mathcal{E}^2C^2 - \frac{12C^2\mathcal{E}^2}{5}}}{2} = \mathcal{E}C \pm \mathcal{E}C\sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$q^2 - 2\mathcal{E}Cq + \frac{3CL\mathcal{E}^2C}{5L} = 0$$

поэтому $A = q - \mathcal{E}C = \mathcal{E}C\sqrt{\frac{2}{5}}$

$$I_{2max} = A\omega = \mathcal{E}C\sqrt{\frac{2}{5}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}.$$

Ответ: $T = 2\pi\sqrt{2LC}$

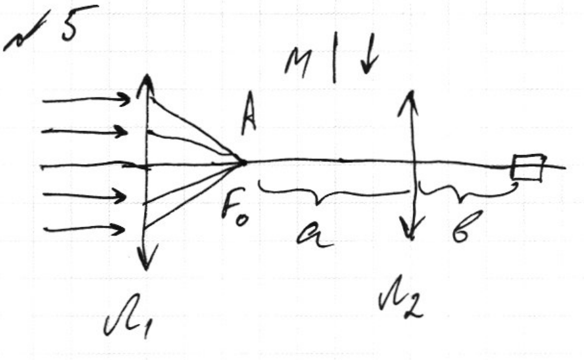
$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5




параллельные лучи проходя через линзу собираются в фокусе (лучи параллельные главной оптической оси)

после преломления в Л1 можно считать, что в фокусе Л1 находится источник света, из которого на Л2 равномерно падают лучи

тогда по формуле тонкой линзы для Л2:

$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F_0/3}$ т.к линза собирающая

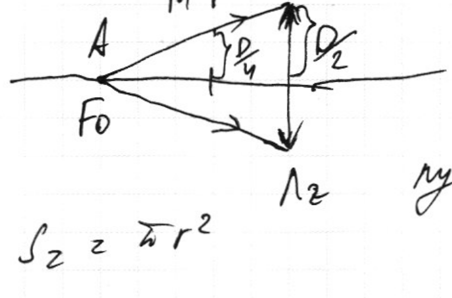
$a = 1,5F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2} \Rightarrow \quad \frac{2}{F_0}+\frac{1}{b}=\frac{3}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{b}=\frac{3}{F_0}-\frac{2}{F_0}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow$

$b = F_0$ $\qquad b=\frac{aF}{a-F}=\frac{\frac{F_0}{2}\frac{F_0}{3}}{\left(\frac{F_0}{2}-\frac{F_0}{3}\right)}=F_0$

расстояние между Л2 и О $= b = F_0$

по условию $I \sim \alpha P$, а $P \sim S$, где $S$ – площадь поверхности, на которую падает свет.

т.к $a = \frac{F_0}{2}$, то M пройдет посередине между фокусом Л1 и линзой Л2




площадь поверхности лучей равна

$S_1 = \pi\left(\frac{D}{4}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{16}$ т.к смотрим $S$ на половине

пусть радиус пластины $M = r \Rightarrow$

$S_2 = \pi r^2$

тогда, когда ~~пластина~~ мишень будет вся освещаться и закрывать собой ~~линза~~ источник, тогда $I_1 = \frac{8I_0}{9}$

поэтому можно записать:

$$\frac{\frac{\pi D^2}{16} - \pi r^2}{\frac{\pi D^2}{16}} = \frac{I_1}{I_0}$$

т.к ~~интенсив~~ мощность падающего света пропорциональна площади

$(D^2 - 16r^2) I_0 = D^2 I_1 \Rightarrow D^2(I_0 - I_1) = 16r^2 I_0 \Rightarrow \frac{D^2 I_0}{9} = 16r^2 I_0$

$I_0 - \frac{8I_0}{9} = \frac{I_0}{9}$

$r = \frac{D}{12}$

за время $\tau_0$ вся пластина стала загораживать источник $\Rightarrow$

$\Rightarrow V\tau_0 = 2r$ она прошла $2r$ за $\tau_0 \Rightarrow$

$V = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{D}{6\tau_0}$

за время $t_1 - \tau_0$ мишень прошла $\frac{D}{2} - 2r$ т.к в $t_1$ она начала выходить из лучей, падающих на линзу $\Rightarrow$

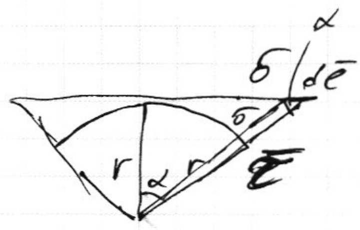
$\frac{D}{2} - 2r = V(t_1 - \tau_0) \Rightarrow \frac{D}{2} - \frac{D}{6} = Vt_1 - V\tau_0 \Rightarrow t_1 = \frac{D}{2V} = \frac{D\, 6\tau_0}{2D} = 3\tau_0$

Ответ: $b = F_0$

$V = \frac{D}{2\tau_0}$

$t_1 = 3\tau_0$

$\mathcal{E} - L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{q}{C}$ $\quad I = \frac{dq}{dt}$




$\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} - \frac{q}{C} = L_2 \ddot{q}$ $\qquad dE = \frac{k\sigma d\ell_1}{r^2}$ $\quad dE = \frac{k\sigma d\ell_2}{r^2}$

$q^* = q^* + \mathcal{E}C \Rightarrow \mathcal{E} - \frac{q^* + \mathcal{E}C}{C} = -\frac{q^*}{C} = L_2 \ddot{q} \Rightarrow$

$\omega = \ddot{q} = -\frac{1}{L_2 C} q \qquad \omega^2 = \frac{1}{L_2 C} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$q = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ $\qquad d\ell_2 = r\, d\alpha$

$I = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$ $\qquad A = \frac{\mathcal{E}C\sqrt{8/5}}{2} = \mathcal{E}C\sqrt{\frac{2}{5}}$ $\qquad d\ell_1 \cos\alpha = r\, d\alpha$

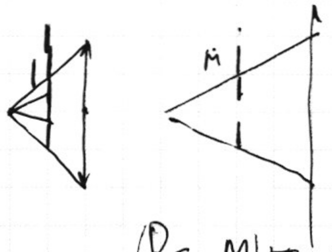
$q = \mathcal{E}C$ $\qquad \frac{k\sigma\, d\alpha}{r\cos\alpha} = \frac{k\sigma\, d\alpha}{r}$

$Q_{пол} = \Delta U + A_{сист} = A_{вн} = \Delta U + Q_{вд}$

$\mathcal{E}(\mathcal{E}C - 0) = \frac{2LI^2}{2} + \frac{3LI^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_4^0 = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2 2}{2\, 5L}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$


$\frac{q}{C} = -L\frac{dI}{dt}$ $\qquad I_{01}$ $\qquad tg$

$I = \alpha P$ $\qquad E = \sigma k \Omega$




$P = \beta \cancel{E}$ $\qquad tg\alpha =$

при равновесии

$\left(\frac{D}{2} - M\right) = V(t_1 - t_0)$ $\qquad \frac{M}{D/2} = \frac{1}{9}$ $\qquad \frac{\frac{D}{2} - M}{D/2} = \frac{8}{9}$ $\qquad \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$

$V\tau_0 = M$ $\qquad \frac{D}{2} = Vt_1$ $\qquad 18M = D$ $\qquad q = C\mathcal{E}$

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

$V\tau_0 = \frac{D}{18} \Rightarrow V = \frac{D}{18\tau_0}$ $\qquad t_1 = \frac{D}{2V} = \frac{D\, 18\tau_0}{2D} = 9\tau_0$

$q^2 - q2\mathcal{E}C + \frac{3CL\mathcal{E}^2 C}{5L} = 0 \qquad q = \frac{2\mathcal{E}C \pm \sqrt{4\mathcal{E}^2C^2 - \frac{4 \cdot 2C^2\mathcal{E}^2}{5}}}{2} - \mathcal{E}C$

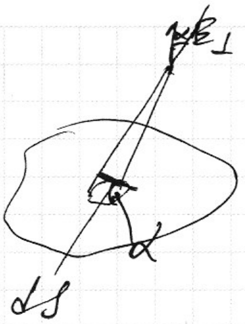
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




$d\bar{E} = \frac{kq\,\sigma dS}{r^2}$

$dE_\perp = \frac{k\sigma dS\cos\alpha}{r^2} \cdot \quad k\sigma d\Omega$

$p_H \frac{V}{2} = \nu_0 RT$

$V_1 + V_2 = V$

$V_2 + \frac{3}{4}V_2 = \frac{7}{4}V_2 = V$

$\frac{V}{2} = \frac{7}{8}V_2$

$\frac{V}{2} = V_1 + \frac{4}{3}V_1 = \frac{7}{3}V_1 \Rightarrow$

$\frac{V}{2} = \frac{7}{6}V_1$

$A = \int p\,dV$

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

$A =$

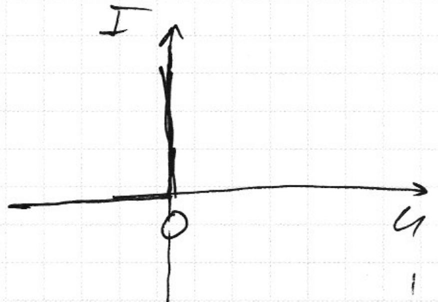
$A = p\Delta V = p\left(\frac{7}{8}V_2 - V_2\right) = -\frac{pV_2}{8} = -\frac{\nu_0 RT_2}{8}$

$A = p\Delta V = p\left(\frac{7}{6}V_1 - V_1\right) = \frac{pV_1}{6} = \frac{\nu RT_1}{6}$

$\frac{330}{6} = \frac{110}{2} = 55$

$\frac{440}{8} = \frac{110}{2}$

$385 \times 2 = 770$




$pV = \nu RT$

$p_H dV_H + V_H dp_H = \nu R dT_{He}$

$+$

$p_N dV_N + V_N dp_N = \nu R dT_N$

$dV_H = -dV_N$

$p_N \approx p_H$

$V_H dp_H + V_N dp_N = \nu R(dT_H + dT_N)$

$dp(V_H + V_N) = \nu R(dT_H + dT_N)$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 385 \\ \times \quad 2 \\ \hline 770 \end{array}$$

$385-330=55$

$\times \, 8,31$

$$\frac{3\cdot 6\cdot 8,31}{2\cdot 25}\,55 = \frac{9\cdot 11\cdot 8,31}{5} = \left(\frac{99}{5}+\frac{66}{5}\right)\cdot 8,31 = \frac{165}{5}\cdot 8,31 = 33\cdot 8,31$$

$$\frac{330}{25} = \frac{110\cdot 3}{25} = \frac{66}{5}\,8,31$$

$33\cdot 8,31$

$\times 33$

~~33~~ 22

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times \quad 33 \\ \hline 2493 \\ +2493\phantom{0} \\ \hline 274,23 \end{array}$$

$q = A\sin(\omega t + \varphi_0)$

$q_H = 0$

$$I_{max} = \mathcal{E}C\sqrt{\frac{2}{5}}\cdot\sqrt{\frac{\cdot}{2LC}} = \mathcal{E}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)