Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

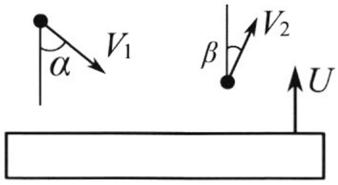
Класс 11

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.

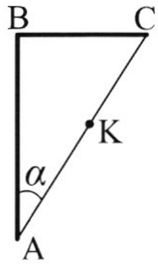
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ 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?

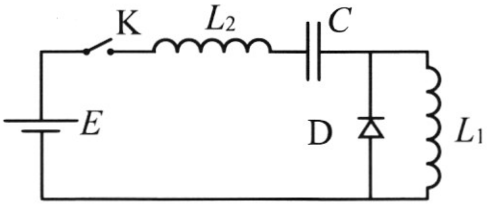
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

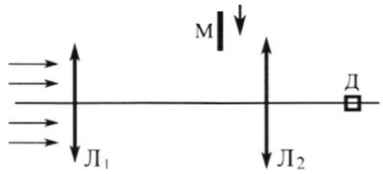


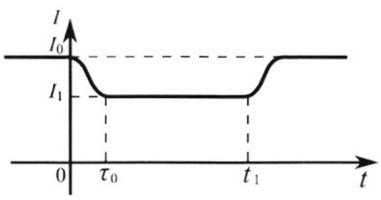
1) Найти период T этих колебаний.

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, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 Дано:

$i=3$; $\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

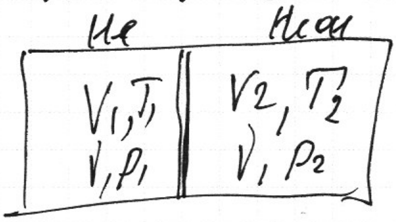
Найти:

1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?

2) T_0 - ?

3) Q_0 - ?

Решение:



Из 2ЗН. для поршня: $p_1 = p_2$

1) Ур. Менд.-Клап.: $pV = \nu RT$

$\Rightarrow p_1 = \frac{\nu RT_1}{V_1}$; $p_2 = \frac{\nu RT_2}{V_2}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}}$

2) Т.к. сосуд теплоизолирован, и мы считаем, что внешних сил нет, воспользуемся ЗСЭ для сосуда. Теплоёмкостью поршня и сосуда пренебрегаем

$\Rightarrow U_1 + U_2 = U_1' + U_2' \Rightarrow \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = 2\cdot\frac{3}{2}\nu RT_0$

$\Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{T_1+T_2}{2} \Rightarrow T_0 = 385K$

3) Распишем I-ое нач. термодинамики для гелия

$\delta Q_0 = dU_2 + \delta A$, при этом в уст. состоянии объёмы газов станут равными $\Rightarrow$ гелий расширился, то есть $A > 0$

~~(Для неона: $-\delta Q_0 = dU_н - \delta A \Rightarrow dU_н = -dU_1$~~

~~$\Rightarrow dT_н = -dT_2 \Rightarrow T_2 + T_н = T_1 + T_2 = const$; Пусть $T_1 + T_2 = \Sigma$~~

~~Представим гелий как холодильник, неон нагреватель. Поршень — „рабочее тело". Можно сказать, что „происходит цикл Карно.)~~

$\Rightarrow \frac{\delta A}{\delta Q} = 1 - \frac{T_2}{T_H} = \frac{T - 2T_2}{T - T_2}$. Определяем $\delta A > 0$ $\delta Q > 0$, то $\delta Q = \delta A + dU_2$.

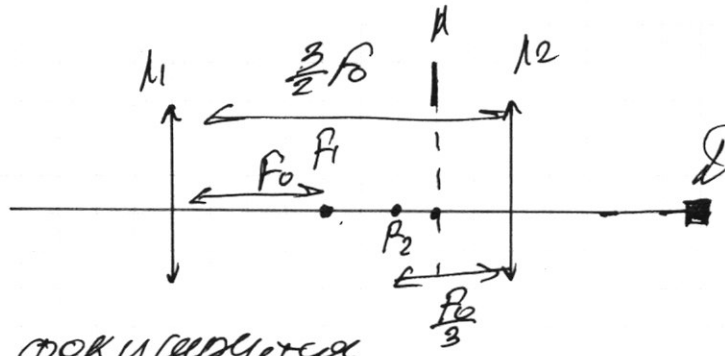
$\Rightarrow \frac{\delta Q - dU_2}{\delta Q} = \frac{T - 2T_2}{T - T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_0}\delta Q = dU\,T_2 + dU\,T$

$\Rightarrow \int_0^{Q_0} \delta Q = \frac{3}{2}\nu R \int_{T_1}^{T_0} dT_2 + \frac{3}{2}\nu R T \int_{T_1}^{T_0} \frac{dT_2}{T_2} \Rightarrow Q_0 = \frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R (T_1 + T_2) \ln\frac{T_0}{T_1}$

№5. Дано: P_0, D; T_0

Найти: 1) ℓ_2; 2) V; 3) t_1

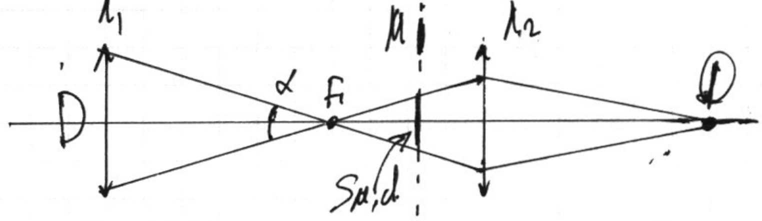
Решение:



1) Т.к. свет фокусируется в Д, то изображение получается на нём. Л1 создаёт первич. изображение в фокусе, которое становится предметом для Л2. ⇒ Рассмотрим изображение точки F_1. По ф-ле тонкой линзы: $\frac{2}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow f = F_0$

$\Rightarrow \ell_2 = F_0$

2) Рассмотрим сечение в М.

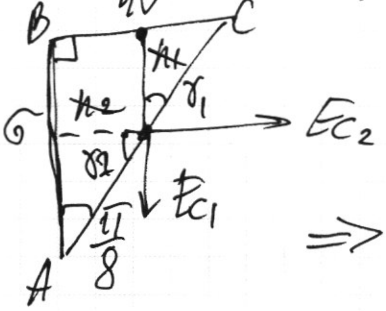


Уг P., $P = I S_м$, I – интенсивность. $S_м = \frac{\pi d^2}{4}$

$tg\alpha = \frac{D}{F_0}$, $D \ll F_0 \Rightarrow tg\alpha \approx \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{D}{F_0}$

Судя по графику, а именно участку $T_0 t_1$, можно сказать, что площадь мишени ~~прямо~~ ~~также~~ меньше площади $S_{м0}$, т.к. $g(T_0 - t_1) > 0$ ⇒ до момента T_0 мишень входит в пучок.

$\Rightarrow \int_0^{E_y} dE_y = Z\sigma h \int_0^{\gamma_0} d\gamma \Rightarrow E_y = Z\sigma h \gamma_0$, — это для половинной плоскости; для всей $E_c = 2E_y =$
$= Z\sigma h \cdot 2\gamma_0 = \frac{\sigma h}{2\pi\varepsilon_0 h}\cdot 2\gamma_0 = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\gamma_0$



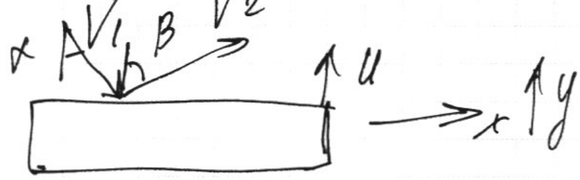
$\Rightarrow \gamma_2 = \frac{3\pi}{8}; \gamma_1 = \frac{\pi}{8}$

$\Rightarrow E_{C_2} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{3\pi}{8} = \frac{3}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$E_{C_1} = \frac{4\sigma}{\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\pi}{8} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\left(\frac{3}{8}\right)^2+\left(\frac{1}{2}\right)^2} =$
$= \frac{5}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ Ответ: 1) $\beta = \sqrt{2}$ 2) $E_0 = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}$

N 1. Дано:
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$ $\sin\beta = \frac{1}{3}$
$V_1 = 6\ \frac{м}{с}$
Найти: 1) V_2
2) u

Решение:



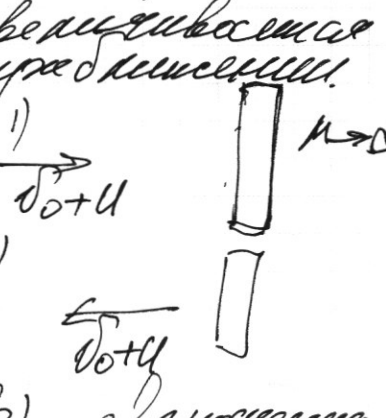
Вдоль оси x; $F_x = 0$, т.к плита гладкая $\Rightarrow p_x = const$

$\Rightarrow V_1\sin\alpha = V_2\sin\beta \Rightarrow V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 12\ м/с$

При этом $V_{1y} = V_1\cos\alpha$; $V_{2y} = V_2\cos\beta$

Известно, что при столкновении с массивной плитой, движущейся со скоростью u, скорость налетающего тела увеличивается на $2u$, при взаимном приближении.

Докажем, перейдём в ИСО стены:
v_0 — скорость тела в ЛСО, u — ск. плиты



и переходя в ЛСО $v_2 = v_0 + 2u$.

$\Rightarrow V_{2y} = V_{1y} + 2u \Rightarrow u = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$

, $\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\cos\beta = \frac{\sqrt{8}}{3} \Rightarrow u = \frac{V_1}{3\cdot 2}(2\sqrt{8}-\sqrt{5})$ — её значение:
$\Rightarrow u = 2\sqrt{8}-\sqrt{5}$ Ответ: $V_2 = 12\ м/с$ $u = 2\sqrt{8}-\sqrt{5}\ \frac{м}{с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2. Дано:

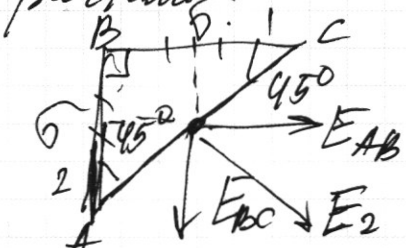
σ; α_1; α_2

Найти: 1) $\beta - \frac{E_2}{E_{01}}$

2) E_0

Решение

Т.к $\alpha_1 = \frac{\pi}{4}$, то угол-ик симметричный



$E_{BC} \equiv E_1$

$E_2 = \sqrt{2}\, E_1$ — из сложения векторов.

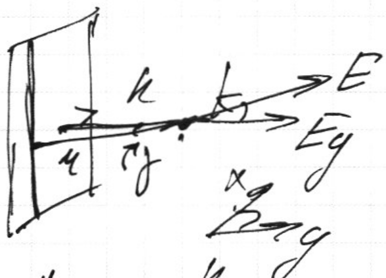
Т.к $E_{AB} = E_{BC}$ в силу симметрии.

$\Rightarrow \beta = \frac{\sqrt{2} E_1}{E_1} = \sqrt{2}$

2) Известно, что поле бесконечной заряж. нити $E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$, где λ — лин. плотность заряда.

Представим плоскость как суперпозицию нитей.

~~В ст~~ Точка лежит на середине плоскости.



E — напр. одной нити.

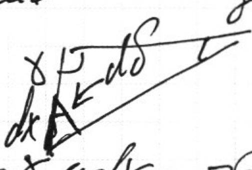
$\Rightarrow$ В силу симметрии E_x компенсируется.

$E_y = E\cos\gamma \Rightarrow E_y = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \frac{\cos\gamma}{r}$

$r = \frac{h}{\cos\gamma} \Rightarrow E_y = Z\lambda \cos^2\gamma$, где $Z = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0 h}$

При этом λ можно перейти: $E_y \to dE_y$, $\lambda \to \sigma dx$, т.к относительно мы рассматриваем тонкую полоску плоскости

$\Rightarrow dE_y = Z\sigma \cos^2\gamma\, dx$



$d\delta = dx\cos\gamma$

$d\delta = r\, d\gamma$.

$\Rightarrow dx\cos\gamma = r\, d\gamma \Rightarrow dE_y = Z\sigma \cdot \cos\gamma\, r\, d\gamma = Z\sigma h\, d\gamma$

⇒ $d_м = V\tau_0$, $d_м$ – диаметр машины.

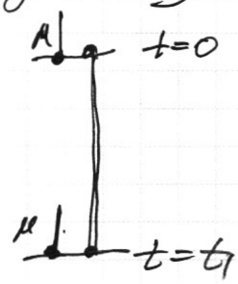
Из условия: $y_1 = \frac{8}{9} y_0$; $y_0 = \beta S_{м0}$; $y_1 = \beta (S_{м0} - S_{маш})$

⇒ $\frac{y_1}{y_0} = \frac{S_{м0} - S_{маш}}{S_{м0}} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{S_{маш}}{S_{м0}} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{d_м}{d_0} = \frac{1}{3}$

⇒ $d_м = \frac{d_0}{3}$

⇒ $V = \frac{d_0}{3\tau_0}$, $d_0 = \alpha\left(\frac{5}{4}F_0 - F_0\right)$ из геом соображений.

⇒ $V = \frac{D}{12\tau_0}$; ⇒ 2ое увеличение y связано с выходом машины из пучка;



⇒ $d_0 = Vt_1 \Rightarrow t_1 = 3\tau_0$

Ответ: $l_2 = F_0$; $V = \frac{D}{12\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$.

Продолжение 4ой задачи (начало на 5ой)

$T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$ – период этих колебаний.

Через $\frac{T_2}{2}$ ток опять сменит направление.

При этом $q\left(\frac{T_2}{2}\right) = 0$ ⇒ „Конфигурация" соответствует начальной, то есть через время $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ пойдёт новое колебание.

⇒ $T = \frac{2\pi}{2}\left(\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right) \Rightarrow T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$

При этом из имеющихся уравнений имеем: $I_{01} = C\mathcal{E}\omega$; $I_{02} = C\mathcal{E}\omega_1$; т.к $\omega_1 > \omega$

⇒ $I_{01} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$; $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$; $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$; $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 Дано: $L; C; \mathcal{E}$.
Найти:
1) T
2) I_{01}
3) I_{02}

Решение:

В момент времени $t=0$ ток пойдёт в пол. направлении ЭДС. В этом случае через через диод он не пойдёт

2 пр. Кирхгофа: $\mathcal{E} = L_2\frac{dI}{dt} + L_1\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$

$\Rightarrow \mathcal{E} = (L_2+L_1)\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{L_2+L_1} = \ddot{q} + \frac{q}{C(L_2+L_1)}$

$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{5L} = \ddot{q} + \frac{q}{5CL}$ – ур. гарм. колебаний.

Его решение: $q(t) = C\mathcal{E} + A\cos\omega t + B\sin\omega t$,

где $\omega = \sqrt{\frac{1}{5CL}}$ $\quad q(0)=0 \quad I(0)=0$

$\Rightarrow 0 = C\mathcal{E} + A \Rightarrow A = -C\mathcal{E}$, $I(t) = \dot{q}(t) = -A\omega\sin\omega t + B\omega\cos\omega t \Rightarrow 0 = B\omega \Rightarrow B = 0$

$\Rightarrow q(t) = C\mathcal{E}(1-\cos\omega t)$; $I(t) = C\mathcal{E}\omega\sin\omega t$

Период этих колебаний $T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$, но через пол периода ток сменит направление и диод зануляет напряжение катушки, при этом $I(\frac{T_1}{2}) = 0$; а ток в катушке резко не меняется $\Rightarrow$ в этот момент ток через L_1 не пойдёт.

В этом случае из 2ПК: $\mathcal{E} = L_2\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$

При этом $I(\frac{T_1}{2}) = 0 \quad q(\frac{T_1}{2}) = 2C\mathcal{E} \Rightarrow$ По аналогии.

$q(t') = C\mathcal{E}(1+\cos\omega_1 t')$, $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$; $I(t') = -C\mathcal{E}\omega_1\sin\omega_1 t'$

t' смещён от t на $\frac{T_1}{2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

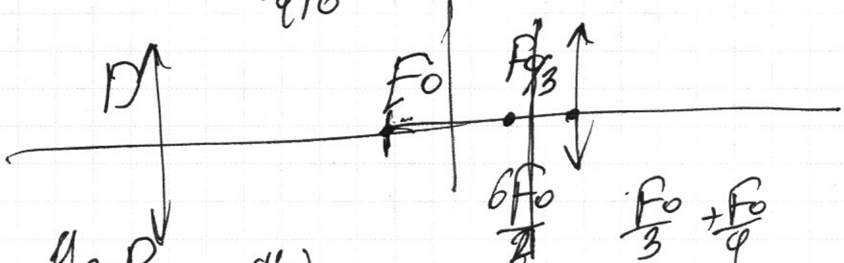
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{5}{4}F_0 \rightarrow$



$\frac{\delta A}{\delta Q} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

$\delta Q = \delta A + dU$

$\frac{F_0}{3} + \frac{F_0}{4}$

$y \sim p$

$d(p_1V) = d(pV_2)\ln\left(\frac{4}{6}\right)$

$6\frac{F_0}{12}$ $\frac{4F_0}{12}$ $\frac{4}{12}F_0$

$pV = \nu RT$

$\frac{F_0}{4}$

$\frac{\delta A}{\delta Q} = 1 - \frac{T_1}{T_0 - T_1}$

38 56

$\frac{F_0}{4}$

440 − 386 $\frac{F_0}{2}$ $\frac{F_0}{2} - \frac{F_0}{4}$

$\frac{T_0 - 2T_1}{T_0 - T_1}$

$\frac{F_0}{4}$ $3\frac{F_0}{6} - \frac{F_0}{3} =$

386 − 330

56

$\delta Q = pdV + \frac{3}{2}\nu RdT$ 5 $\frac{F_0}{6}$

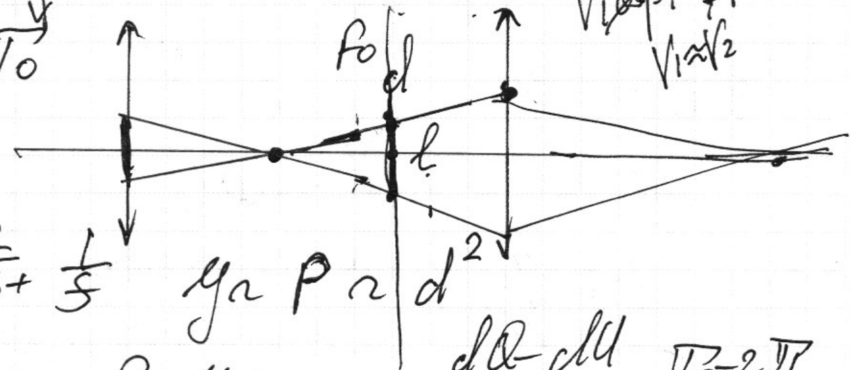
$T_1' - T_1 = T_2 - T_2'$

$T_1' + T_2' = T_1 + T_2 = T_0$

$V_1 dp_1 \approx dp_2 V_2$

$V_1 \approx V_2$

$\sum T = \text{const}$



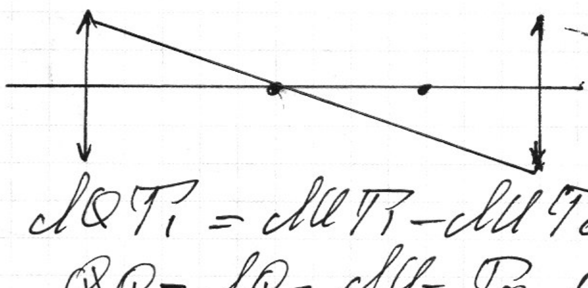
$1 - \frac{T_1 F_0}{T_0 - T_1}$

$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{5}$ $y \sim p \sim d^2$

$T - 2T$

$p = yS$

$\frac{dQ - dU}{\delta Q} = \frac{T_0 - 2T_1}{T_0 - T_1}$



$\cancel{dQT_0} - dQT_1$

$- dUT_0 + dUT_1$

$= \cancel{T_0 dQ} - 2T_1 dQ$

$dQT_1 = dUT_1 - dUT_0$

$dQ - dQ = dU - \frac{T_0}{T_1}dU$

$V_1 dp_1 + \cancel{pdV} = \cancel{pdV}$

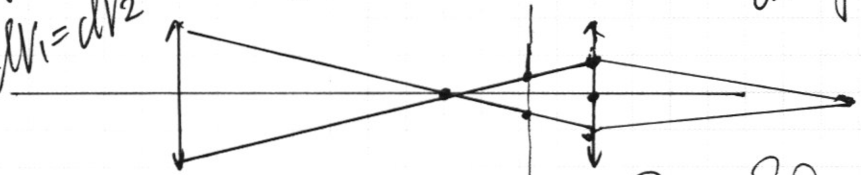
$- dp_2V_2$

$V_1+V_2=const$

$dV_1=dV_2$

$\delta Q=\delta A+dU \sim dT$

$dA=pdV$



$y=\alpha S$

I

$\delta A=\delta Q-\delta Q$

$\frac{T_1}{V_1}=\frac{T_2}{V_2}$

$\frac{T_1}{T_2}=\frac{V_1}{V_2}$

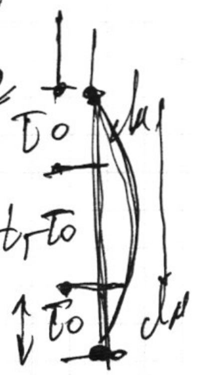
$2L$

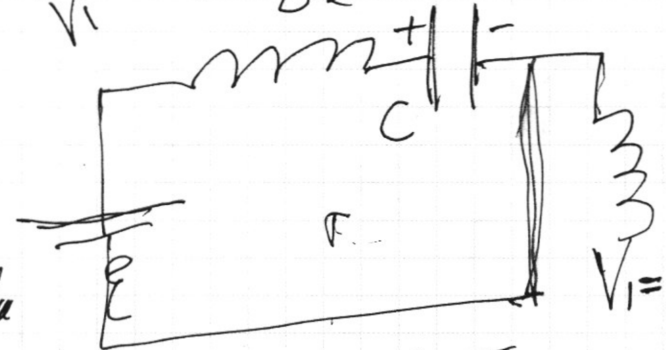
$C\mathcal{E}$

$1+\frac{V_0}{T_0}$

$\frac{V_1}{V_2}+1=$

$t_1=\frac{d_{\kappa 0}-d_\kappa}{V}$





$V_1=\frac{V_{01}+dV}{V_{02}-dV}$

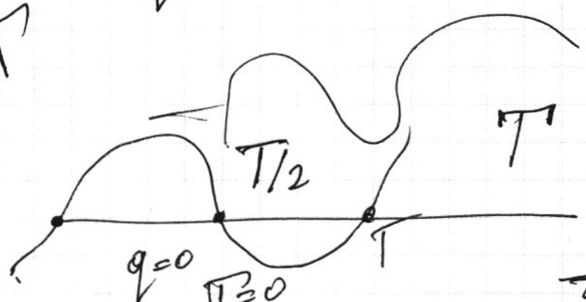
$T=\frac{2\pi}{\omega}$

$\frac{1}{\omega}$

-1

$PV=\nu RT$

$\delta A \quad dT$



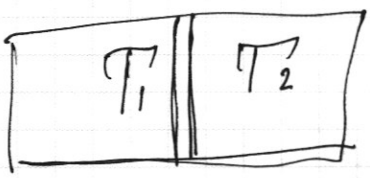
$dA=\frac{\nu R T_1}{V_1}dV$

$t_1=\frac{T_2}{2}$

$T_1+T_2=\frac{~~const~~}{T_0}$

$q(t)=C\mathcal{E}$

$B=C\mathcal{E}$



$q(t)=C\mathcal{E}+C\mathcal{E}\cos\omega t)$

$q(t)=C\mathcal{E}(1+\cos\omega t)$

$\frac{\delta A}{\delta Q}=1-\frac{T_1}{T_2}$

$y(t)=-C\mathcal{E}\omega_1\sin\omega t,$

$\frac{\delta A}{\delta Q_2}=1-\frac{T_1}{T_2}$

$q=C\mathcal{E}(1-1)$

$1-\frac{V_1}{V_2}$

$p=\frac{\nu RT_0}{V_1+V_2}$

$p_0=\frac{\nu RT_1}{V_1}$

$|dT_1|=|dT_2|$

$\alpha=\frac{T_0}{T_1}$

$\frac{V_1}{V_1+V_2}=\frac{3}{7}+\frac{4}{3}=\frac{3}{7}$

$\frac{385}{~~330~~}$ 110

400

$\left|\frac{dT_1}{dT_2}\right|=1$

$\delta Q=\delta A+\frac{3}{2}\nu RdT_1$

$-\delta Q=-\delta A+\frac{3}{2}\nu RdT_2$

☑ черновик ☐ чистовик

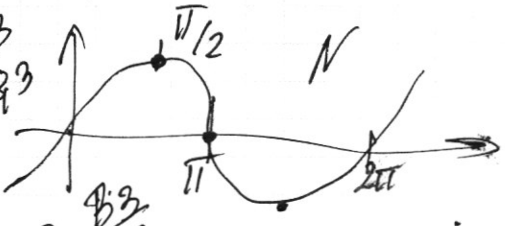
(Поставьте галочку в нужном поле)

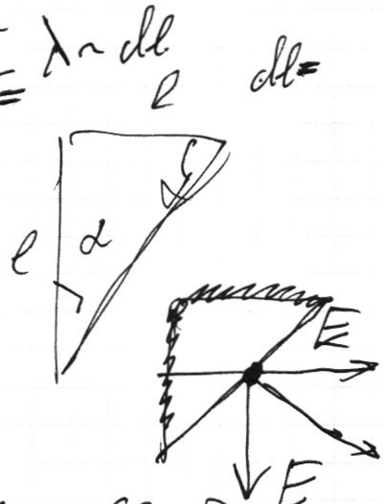
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$U = L\frac{dY}{dt} = L_1 \cdot C\mathcal{E}\omega^2 \cos\omega t$ $\quad \frac{\sigma}{\lambda} = \lambda \sim dl$





$C\mathcal{E} \quad C\mathcal{E} = C\mathcal{E}$

$-\mathcal{E} = \frac{LdY}{dt} - \frac{q}{C}$

$-\frac{\mathcal{E}C}{2L_2 C} \quad \ddot{q} + \frac{q}{2CL}$

$q_0 = -C\mathcal{E}$

$q_0 = -C\mathcal{E} \quad \sigma = dq = \sigma \cdot dl \cdot dy$

$q(t) = -C\mathcal{E} + B\cos\omega t$

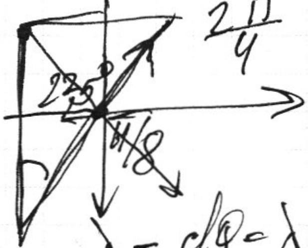
$dq = \lambda dl$

$B = 2C\mathcal{E} \quad q(t) = C\mathcal{E} - 2C\mathcal{E}$

$C\mathcal{E}(1-2$

$-C\mathcal{E} + B\cos\omega t$

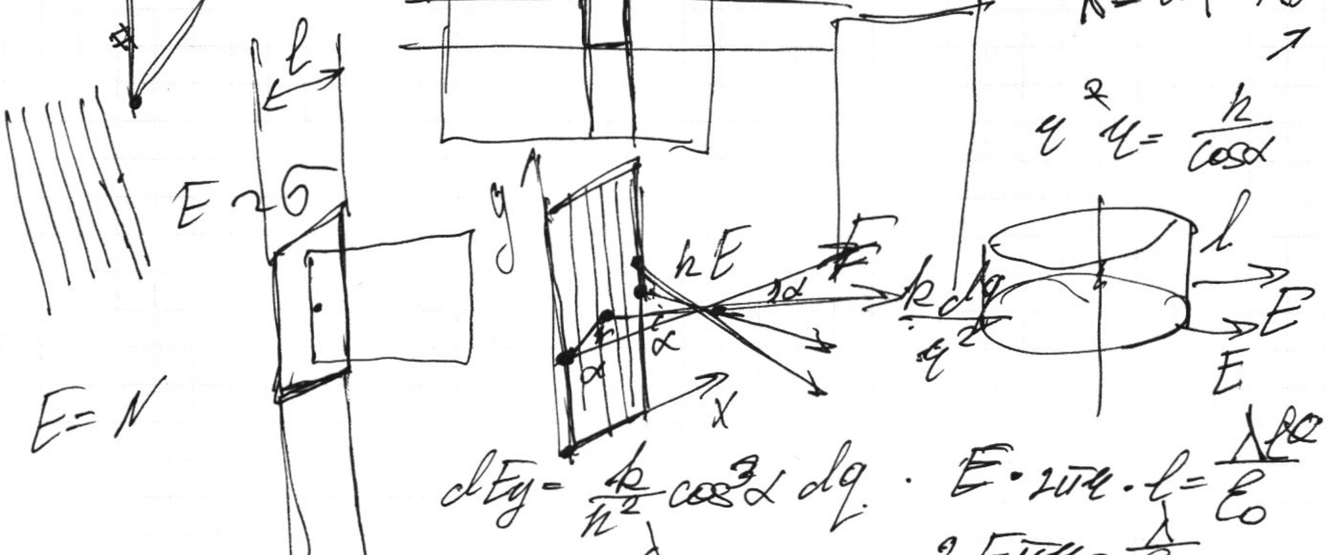
$l = h\sin\gamma$



$\lambda = dq = \lambda dl$

$r = \frac{h}{\cos\alpha}$

$E \sim \sigma$



$E = N$

$dE_y = \frac{k}{h^2}\cos^3\alpha\, dq \quad E \cdot 2\pi r \cdot l = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$

$2E\pi r = \frac{\lambda}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$

$h = r\cos\gamma \quad \frac{h}{\cos^2\gamma} = r \quad r = \frac{h}{\cos\gamma} \quad r = h\cos\gamma$

$T_0 = 385$

$T_2 = 330$

$V = \frac{6}{25}\ \frac{33}{2}\ 8{,}31$

$\frac{9}{26}\ \frac{83}{10}\ 2$

$Q_0 = 3(T_0 - T)$

$+ 8\ T_0 \ln \frac{T_0}{T_1}$

$\sqrt{3} = 1{,}43$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}}$

$\frac{\sqrt{5}}{3}$

$830 - 83$

$800 - 53 \approx 450$

$\frac{444}{250} \approx 3$

$\frac{4}{6} \approx 1$

≈ 0

$1{,}2^2$

$\frac{4}{6} =$

$\frac{\frac{4}{6}}{10}\ \frac{6}{1{,}16}$

$\frac{6}{10}$

$dq = \lambda l$

$q = \lambda l$

$q = \sigma S \quad S = l y$

$\lambda = \sigma y$

$\lambda l = \sigma l y$

$\sigma = \frac{q}{ly}\ l y$

$\sigma = \frac{\lambda}{y}$

$\ln \frac{4}{6}$

$\ln 4\ \ln 6$

dq

dl

$dq = \lambda\, dl$

$dq = \sigma\, dl\, dy$

dy

$L N \cos^2\gamma$

$\ln 4 - \ln 6$

$l \approx 3$

$l \approx 3 \ln 1{,}16$

$e^{\frac{4}{9}} = 1{,}2$

24

$\frac{9}{64} + \frac{16}{64}\ \frac{25}{64}$

$\frac{5}{8}$

$\frac{385}{330}$

$\frac{80}{400 \pm 15}$

6

3

44

$dl = u\, dy$

$dl = dx \sin\gamma$

γ

ΔE

$\sqrt{e} = 1{,}5$

$dx = u\, dt$

$m\, dv_y = N\, dt$

$\frac{44}{66} = \frac{4}{6}$

$v_0^2 \quad v_1^2 \quad (v_1 + u)^2 =$

$\ln \frac{4}{6}\ (v_1 \cos\alpha)^2\ v_1^2$

$\frac{\sqrt{8}}{3}$

$\cos\beta = 1 - \frac{1}{3}$

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

$2v_1$

$\frac{2}{3}\sqrt{8} - \sqrt{5}$

$\ln 4 \approx 1$

$\ln 6$

$v_1 \cos\alpha + 2u = v_2 \cos\beta$

u

v_0

$v_0 + 2u$

$v_0 + u$

$1{,}5 \quad 66$

$\frac{1}{10}$

Σ

$\frac{N \lambda l}{l}$

q

A

y

$\delta Q_T - \delta Q_{T'} - dU_T$

$+ dU_{T'} = T\delta Q - 2T\delta Q$

$T\delta Q = dU_{T'} + dU_T$

$T\delta Q$

$24 \cdot 3 = 6 + 21$

$8{,}1$

$\frac{24}{2}$

$24^2 =$

$(30 - 3)^2$

$909 - 66$

303

840

$48{,}4$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

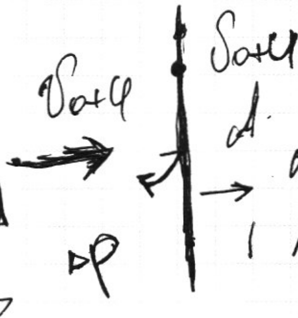
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$T_1+T_2=\tau$ $\quad V_1+V_2=V_0$



$dx=(S_0+4)dt$

$N\,dt=m\dot{S}$

$N=m\ddot{S}\ddot{x}$

$p_1V_1=\nu RT_1$ $\quad \frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}$

$p_2V_2=\nu RT_2$

$\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$ $\quad \frac{V_0-V_1}{V_1}=\frac{\tau-T_1}{T_1}$ $\quad \frac{V_0}{\tau}=\frac{V_1}{T_1}=const$

$V_0T_1-\cancel{V_1T_1}=\tau V_1-\cancel{V_1T_2}$ $\quad \delta A=p\,dV$ $\quad N\,dt\approx p\,dx\,P$

$T_1(V_0-V_1$ $\quad V_0T_1=\tau V_1$

$dT=\frac{\tau}{V_0}dV$ $\quad pV=\nu RT$ $\quad V=\frac{V_0}{\tau}V_1$

$\delta A=p\frac{V_0}{\tau}dT$ $\quad p=\nu R$ $\quad \nu R\frac{T}{V}=$

$\delta A=\nu R\,dT$ $\quad p=\nu R\frac{\tau}{V_0}=const.$

$p_0=\frac{\nu RT_1}{V_{01}}$ $\quad p=\frac{2\nu RT_0}{V_1+V_2}\frac{V_2}{(V_1+V_2)V_1}=$

$\frac{p}{p_0}=\frac{2T_0}{T_1}\frac{X\,1}{1+\frac{4}{3}}$ $\quad \frac{6}{4}\cdot\frac{4}{6}=1$

$\frac{33}{81}$ $\quad 330 \,|\, 831$ $\quad \frac{330}{83}=4+\frac{-2}{83}$

V_1^2+ $\quad 2$ $\quad V_1^2\cos^2\alpha$ $\quad V_2^2\cos^2\beta$

$V_1^2\cdot\frac{5}{9}$ $\quad V_2^2\frac{8}{9}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Продолжение 3.

Для неона $-\delta Q = dU_н - \delta A \Rightarrow dU_н = -dU_2$

$\Rightarrow dT_н = -dT_2 \Rightarrow T_2 + T_н = T_1 + T_2 = const$

Пусть $T_1 + T_2 = \tau$, $T_2 = T_1$; $T_н = T_2$

В произвольный момент $p_1 \approx p_2$

$\Rightarrow$ Из Менд. Клап. $p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$; $p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$, $V_1 + V_2 = V_0 - const$ - общ. объём.

$\Rightarrow \cancel{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{\tau - T_1}{T_1} = \frac{V_0 - V_1}{V_1} \Rightarrow V_0 T_1 = V_1 \tau$

$\Rightarrow \frac{T_1}{V_1} = \frac{\tau}{V_0} \Rightarrow const \Rightarrow \cancel{dT_1 = \frac{\tau}{V_0}}$

$p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} \Rightarrow p \approx const. \Rightarrow$ расширение гелия

изобарное. $\Rightarrow A = p\Delta V = \nu R \Delta T$

$\Rightarrow Q_0 = \frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_1) + \nu R (T_0 - T_1) =$

$= \frac{5}{2}\nu R (T_0 - T_1) \Rightarrow Q_0 \approx \frac{33}{8{,}31} \approx 4$ Дж.

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$; $T_0 = 385$ К; $Q_0 = 4$ Дж.