Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

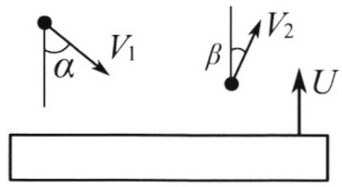
Класс 11

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.



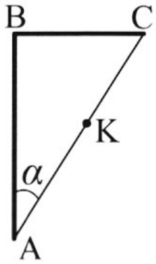
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

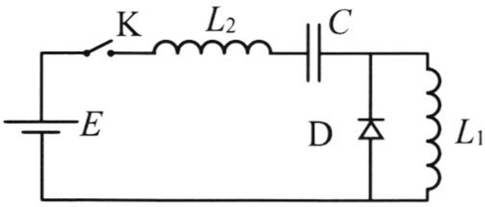
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

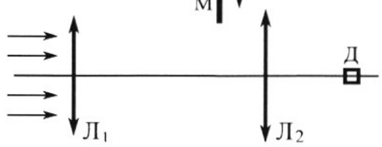
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

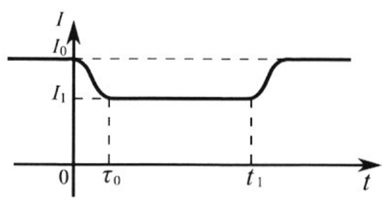
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями L_1 = 3L, L_2 = 2L, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

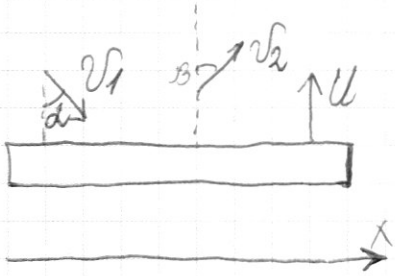
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

1)



$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

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

$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

Спроецируем на ось X:

Закон сохранения импульса.

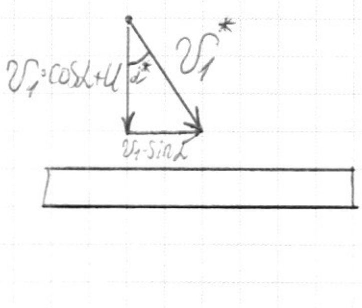
$m v_1 \cdot \sin\alpha = m v_2 \cdot \sin\beta$ т.к. поверхность плиты гладкая возникающие силы перп. ох.

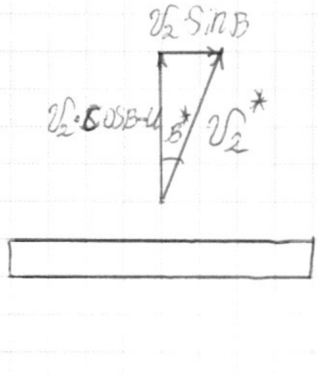
$$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1} = 6 \cdot 2 = 12\ \frac{м}{с}.$$

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$.

2) Масса плиты >> массы шарика, поэтому можно считать u постоянной и после удара.

Перейдём в систему отсчёта плиты.





☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$v_1^*, v_2^*, \alpha^*, \beta^*$ – скорости и углы в С.О. плиты.

$$\begin{cases} v_1^* \cdot \sin\alpha^* = v_1 \cdot \sin\alpha \\ v_1^* \cdot \cos\alpha^* = v_1 \cdot \cos\alpha + u \\ v_2^* \cdot \sin\beta^* = v_2 \cdot \sin\beta \\ v_2^* \cdot \cos\beta^* = v_2 \cdot \cos\beta - u \end{cases}$$

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

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

$v_2 \cdot \sin\beta = v_1 \cdot \sin\alpha$ (это уже было сказано)

Если бы удар был упругий, то (1) $v_1 \cdot \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u$

Если бы удар был абсолютно неупругий; (2) $v_2 \cos\beta - u = 0$

Поэтому в нашем случае u принадлежит данному интервалу.

(1) $v_1 \cdot \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u \Leftrightarrow 2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$

$$u = \frac{12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 6 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5} \ \frac{м}{с}$$

(2) $v_2 \cdot \cos\beta - u = 0$; $u = 12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2} \ \frac{м}{с}$

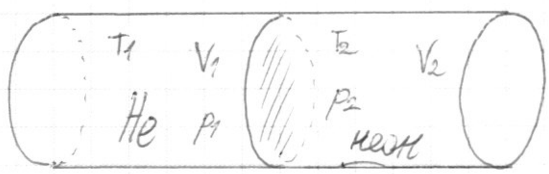
Ответ: $u \in (4\sqrt{2} - \sqrt{5};\ 8\sqrt{2})\ \frac{м}{с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.1.

$T_1 = 330\,K$ $\quad$ $T_2 = 440\,K$

$\nu = \nu_1 = \nu_2 = \frac{6}{25}$ моль



газы одноатомные, идеальные.

Напишем ур-ие Менделеева-Клапейрона для обеих частей.

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

$\nu_1 = \nu_2$ (по условию)

$p_1 = p_2$ (благодаря поршню)

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

Поделим первое уравнение на второе

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$$

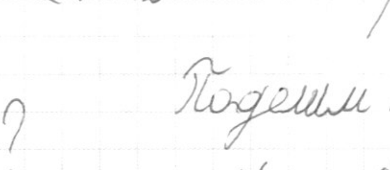
Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$.

2) Найти установившуюся температуру.

Рассмотрим изобарный процесс для одного моля одноат. газа.

~~Второй~~ закон термодинамики:

Формула:



$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{5}{2} R,$$ но это не наш случай, давление меняется.

по первому пункту $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$

Напишем уравнение Менделеева Клапейрона для конечного случая:

$$\begin{cases} p_1^* V_1^* = \nu_1 RT \\ p_2^* V_2^* = \nu_2 RT \end{cases}$$

$\nu_1 = \nu_2$

$p_1^* = p_2^*$ (поршень)

поделим

$\frac{V_1^*}{V_2^*} = 1 \Rightarrow V_1^* = V_2^*$

Пусть весь объём цилиндра V_c

$V_1 = \frac{3}{7} V_c$

$V_2 = \frac{4}{7} V_c$

$V_1^* = V_2^* = \frac{1}{2} V_c$

Пусть установившаяся температура T_y.

~~Мы не можем формулой пользоваться для всего процесса, но понятно, что тело~~

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$; $\Delta(p_1 V_1) = \nu_1 R \Delta T_1$

$p_1^* \cdot \frac{1}{2} V_c = \nu_1 RT$

$p_1 \cdot \frac{3}{7} V_c = \nu_1 R T_1$

Уравнение М-К вначале

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

Сложим:

$p_1 \cdot V_c = \nu R (T_1 + T_2)$

Уравнение М-К в конце.

$$\begin{cases} p_1^* V_1^* = \nu R T \\ p_2^* V_2^* = \nu RT \end{cases}$$

Сложим

$p_1^* \cdot V_c = 2\nu RT$

Решение:

Суммарная внутр. энергия газа сохраняется т.к. работа газа слева равна (− работе газа справа).

$U_1 + U_2 = const.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.2.

$$\frac{3}{2}\nu RT_1+\frac{3}{2}\nu RT_2=\frac{3}{2}\nu RT+\frac{3}{2}\nu RT$$
$$\Downarrow$$
$$T_1+T_2=2T$$
$$T=\frac{T_1+T_2}{2}=\frac{330+440}{2}=385\ K$$

Ответ: 385 K.

3). Какое кол-во Q передал неон гелию.

Уравнение Менделеева-клапейрона в нач момент и конечный:

$$\begin{cases} p_1\cdot\frac{3}{7}V_c=\nu RT_1 \\ p_1^*\cdot\frac{1}{2}V_c=\nu RT \end{cases}$$

, Поделим второе на первое

$$\frac{p_1^*}{p_1}\cdot\frac{7}{6}=\frac{385}{330}$$
$$\Downarrow$$
$$p_1^*=p_1$$

Напишем ещё ~~одно~~ ур-ие для произвольного случая

$$U_1+U_2=const \Rightarrow \frac{3}{2}\nu RT_1+\frac{3}{2}\nu RT_2=\frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2)=const$$
$$\Downarrow$$
$$T_1+T_2=const.$$

$$\begin{cases} p_1^{**}\cdot kV_c=\nu RT_1^* \\ p_2^{**}\cdot(1-k)V_c=\nu RT_2^* \end{cases}$$

$p_1^{**}=p_2^{**}$ т.к. в одинаковые моменты по времени это благодаря поршню.

$$\Downarrow \text{ сложим}$$

$K\in(0;1)$, он просто коэффициент.

$$p_1^{**}\cdot V_c=\nu R(T_1^*+T_2^*)=const$$

Значит давление всё таки всегда остаётся постоянным!

Поэтому формула, может быть применена.

$$c = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{5}{2}R \quad \left(\text{молярная теплоёмкость}\right)$$

$$C = \nu \cdot c = \frac{5}{2}\nu R \quad \left(\text{теплоёмкость } \nu \text{ моль нашего газа}\right)$$

$$Q = C \cdot \Delta T = \nu \cdot c \cdot \Delta T = \frac{5}{2}\nu R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot \frac{831}{100} \cdot (385-330) =$$

$$= \frac{5 \cdot 6 \cdot 831 \cdot 55}{2 \cdot 25 \cdot 100} = \frac{33 \cdot 831}{100} = \frac{24930 + 2493}{100} = \frac{27423}{100} \simeq 274 \text{ Дж}$$

$$831 \cdot 3 = 2400 + 93 = 2493$$

$$\begin{array}{r} + \begin{array}{r} 24\,930 \\ 2\,493 \end{array} \\ \hline 27\,423 \end{array}$$

Ответ: 274 Дж.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

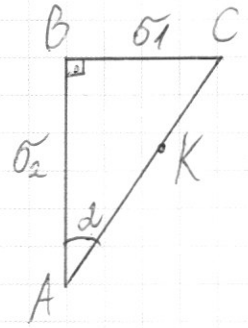
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3.1.



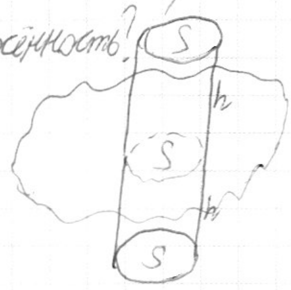
$\alpha = \frac{\pi}{4}$

K – середина AC

Пусть σ_1 – поверхностная плотность BC

σ_2 – поверхностная плотность AB

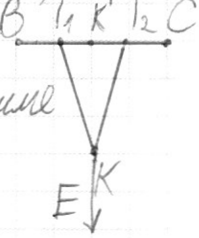
1) Во сколько раз увеличится напряжённость?



$E(h) \cdot 2S = \frac{\sigma \cdot S}{\varepsilon_0}$

$E(h) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

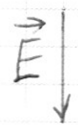
Напряжённость электрического поля в точке K направлено перп. BC т.к.



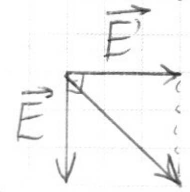
точки T_1 и T_2 в сумме создают перп. поле и для любой точки из отрезка [BK'] найдётся точка из [K'C].

Аналогично AB.

Было



Стало



$|\vec{E}| = |\vec{E'}|$ т.к. ABC равнобедр. и расстояние от K до AB = = от K до BC.

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$

По т. Пифагора

$|\vec{E} + \vec{E'}| = |E|\sqrt{2}$

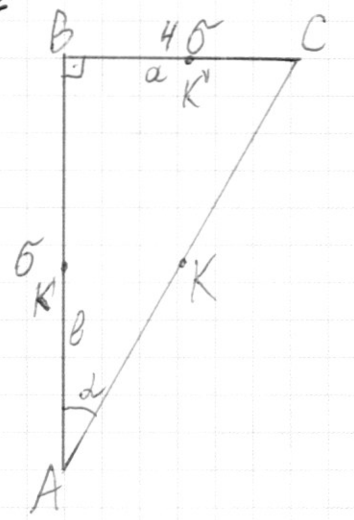
$\frac{|E|\sqrt{2}}{|E|} = \sqrt{2}$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

нет ответа

2).



$\sigma_1 = 4\sigma$ $\qquad \alpha = \frac{\pi}{8}$

$\sigma_2 = \sigma$

Пусть $BC = a$

$AB = в$

$AC = c$

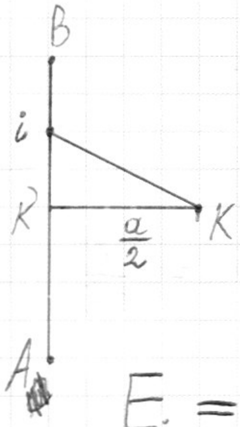
K' - проекция K на AB

K'' - проекция K на BC

$KK' = \frac{a}{2}$

$KK'' = \frac{в}{2}$, как средняя линия.

$$\frac{a}{в} = tg\frac{\pi}{8}$$



Разделим мысленно отрезок $K'B$ на маленькие части Δl_i.

$E_i =$

Рассмотрим прямую, заряженную с линейной плотностью λ.

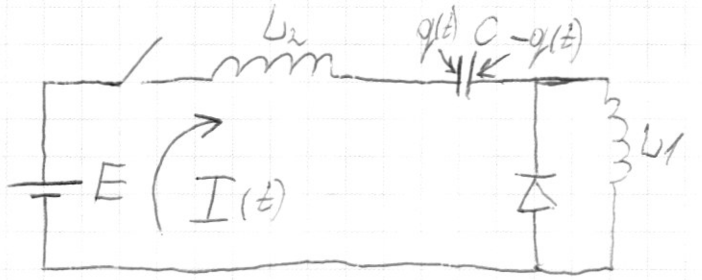
$$E(r)\cdot l\cdot 2\pi r = \frac{l\cdot\lambda}{\varepsilon_0}$$

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

N4.1.

$L_1 = 3L$

$L_2 = 2L$



1) Найти T.

$\mathcal{E}_S = -\dot{\Phi} = -L \cdot \dot{I}$

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{S_1} - U_c + \mathcal{E}_{S_2} = 0$

$I(t) = \dot{q}(t)$

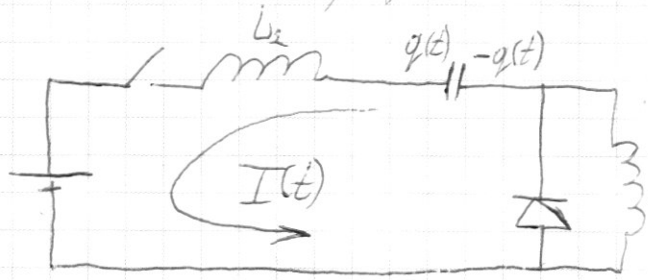
$\mathcal{E} - L_2 \cdot \dot{I} - \frac{q}{C} - L_1 \cdot \dot{I} = 0$

$2L \cdot \ddot{q}(t) + 3L \cdot \ddot{q}(t) + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$

$\ddot{q}(t) + \frac{q}{5CL} - \frac{\mathcal{E}}{5L} = 0$ $\qquad \omega^2 = \frac{1}{5CL}$

Пусть теперь $\qquad T_1 = 2\pi\sqrt{5CL}$

конденсатор зарядился и начинает разряжаться.



$\mathcal{E}_{S_2} - \mathcal{E} + U_c = 0$

$I = -\dot{q}$

$-2L\dot{I} - \mathcal{E} + \frac{q}{C} = 0$

$2L\ddot{q} + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$

$\omega^2 = \frac{1}{2LC}$

$\ddot{q} + \frac{q}{2LC} - \frac{\mathcal{E}}{2L} = 0$ $\qquad T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

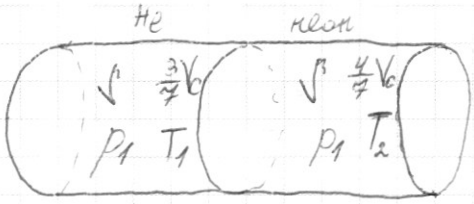
(заполняется секретарём)

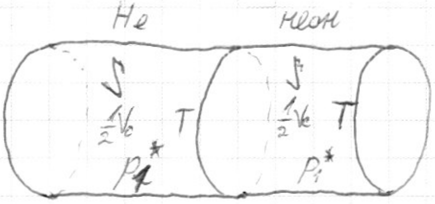
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\nu = \frac{6}{25}$

$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K.$





$$p_1 \frac{3}{7}V_c = \nu R T_1$$

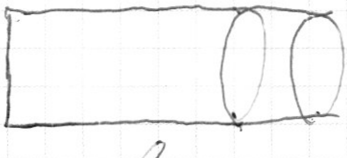
$$p_1 \frac{4}{7}V_c = \nu R T_2$$

$$p_1^* \frac{1}{2}V_c = \nu R T$$

$$p_1^* \frac{1}{2}V_c = \nu R T$$

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

$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$; $\cancel{\Delta A = 0}$ ~~т.к.~~



если расш. вместе то работа газа слева + справа = 0

Поэтому внутренняя энергия сохраняется.

$$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

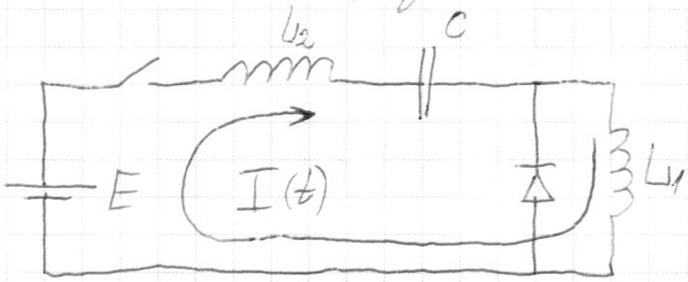
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.2.

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi\sqrt{5CL} + \pi\sqrt{2CL} = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{5}+\sqrt{2})$$

Ответ: $T = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{5}+\sqrt{2})$

2) Найти MAX I_{01} через L_1



Из пункта 1 получается ур-ие

$$\ddot{q}(t) + \frac{q}{5CL} - \frac{\mathcal{E}}{5L} = 0 \qquad \text{Пусть } q(t) = p(t) + C\mathcal{E}$$

$$\Updownarrow$$

$$\ddot{p}(t) + \frac{p(t)}{5CL} = 0 \qquad p(t) = A\cdot\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5CL}}t + \varphi_0\right)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{5CL}}$$

$$q(0) = A\cdot\cos\varphi_0 + C\mathcal{E} = 0 \qquad q(t) = -C\mathcal{E}\cdot\cos(\omega t) + C\mathcal{E}$$

$$I(0) = \frac{-A}{\sqrt{5CL}}\cdot\sin\varphi_0 = 0 \qquad \varphi_0 = 0$$

$$A = -C\mathcal{E}$$

$q(t)_{MAX} = 2C\mathcal{E}$ при $I(t)=0$

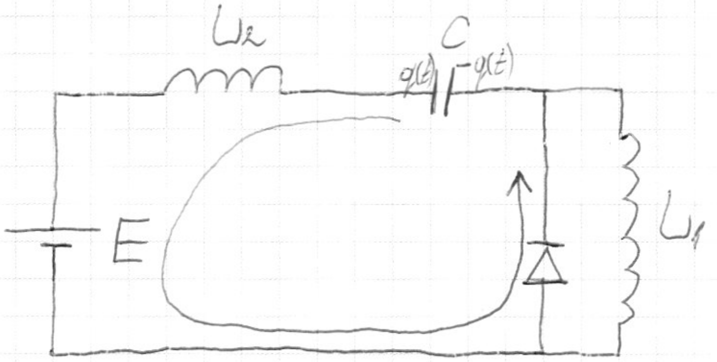
исп в пункте 3.

$$I(t) = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5CL}}\cdot\sin\omega t$$

$$I_{MAX} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5CL}} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\cdot\mathcal{E}$$

Ответ: $I_{MAX} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\cdot\mathcal{E}$

3).



MAX I_{02} –?

$q_{MAX} = 2CE$ при $I=0$

новые начальные условия

$$\mathcal{E}_{s2} - \mathcal{E} + U_c = 0$$

$$-2L\cdot\dot{I}(t) - \mathcal{E} + \frac{q}{c} = 0 \qquad I(t) = -\dot{q}(t)$$

$$\ddot{q}(t) + \frac{q}{2CL} - \frac{\mathcal{E}}{2L} = 0 \qquad \text{Пусть } q(t) = p(t) + \mathcal{E}C$$

$$\Updownarrow$$

$$\ddot{p}(t) + \frac{p(t)}{2CL} = 0 \qquad \omega^2 = \frac{1}{2CL}$$

$$p(t) = A\cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$q(0) = A\cdot\cos(\omega t + \varphi_0) + \mathcal{E}C = 2\mathcal{E}C \Rightarrow A = \mathcal{E}C$$

$$-\dot{q}(0) = I(0) = \frac{A}{\sqrt{2CL}}\cdot\sin\varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$I(t) = -\dot{q}(t) = -\frac{A}{\sqrt{2CL}}\cdot(-\sin(\omega t)) = \frac{A}{\sqrt{2CL}}\cdot\sin\omega t = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{2CL}}\cdot\sin\omega t$$

$$I_{MAX} = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{2CL}} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\cdot\mathcal{E}$$

Ответ: $I_{MAX} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\cdot\mathcal{E}$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

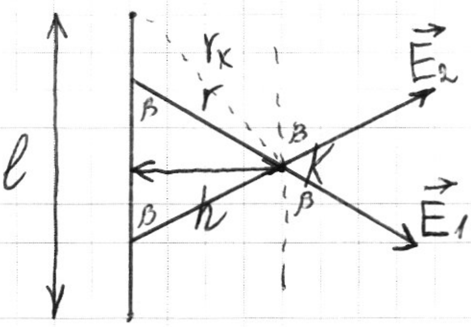
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.2.

$$Q = S\cdot\sigma = N\cdot l\cdot\lambda,\text{ где } N=\frac{S}{l}$$



$$\lambda = \frac{S\cdot\sigma}{N\cdot l}$$

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

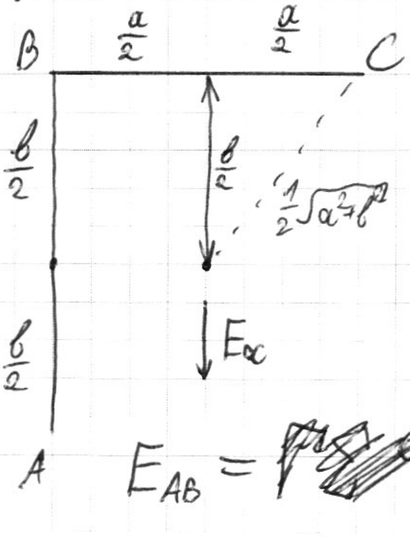
$$|\vec{E}_1+\vec{E}_2| = 2E_1\cdot\sin\beta$$

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

$$2E(r)\cdot\sin\beta = \frac{\lambda\cdot h}{\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$E = \sum\frac{\sigma h}{\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{\sigma h}{\pi\varepsilon_0}\int_h^{\sqrt{h^2+\frac{l^2}{4}}}\frac{1}{r^2}$$

Поле BC:



$$h=\frac{b}{2}$$

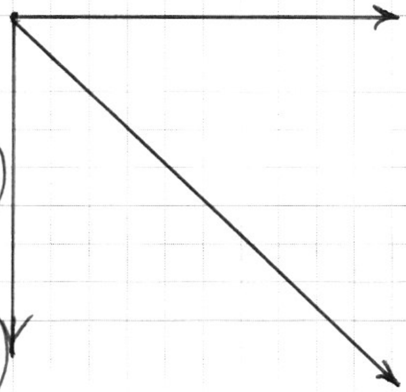
$$E_{BC} = \frac{4\sigma h}{\pi\varepsilon_0}\int_{\frac{b}{2}}^{\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2}}\frac{1}{r^2} = -\frac{4\sigma h r}{\pi\varepsilon_0}\Bigg|_{\frac{b}{2}}^{\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2}} =$$

$$= \frac{4\sigma h_1}{2\pi\varepsilon_0}\left(\sqrt{a^2+b^2}-b\right) = \frac{\sigma b}{\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\sqrt{a^2+b^2}-b\right)$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma h_2}{2\pi\varepsilon_0}\left(\sqrt{a^2+b^2}-a\right) = \frac{\sigma a}{4\pi\varepsilon_0}\left(\sqrt{a^2+b^2}-a\right)$$

$a = b \cdot tg\alpha$

$$\frac{\sigma b}{\pi \varepsilon_0}\left(\sqrt{a^2+b^2}-b\right) = \frac{\sigma b^2}{\pi \varepsilon_0}\left(\sqrt{1+tg^2\alpha}-1\right) = \frac{\sigma b^2}{\pi \varepsilon_0}\left(\frac{1}{\cos\alpha}-1\right)$$



$$\frac{\sigma a}{4\pi \varepsilon_0}\left(\sqrt{a^2+b^2}-a\right)$$

$$\parallel$$

$$\frac{\sigma b^2 \cdot tg^2\alpha}{4\pi \varepsilon_0}\left(\sqrt{1+ctg^2\alpha}-1\right)$$

$$\parallel$$

$$\frac{\sigma b^2 \cdot tg^2\alpha}{4\pi \varepsilon_0}\cdot\left(\frac{1}{\sin\alpha}-1\right)$$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$1 + ctg^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha}$