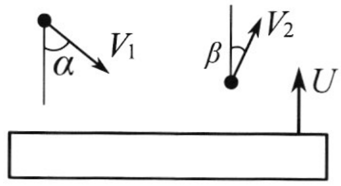
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

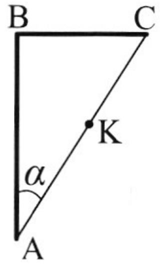
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 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?

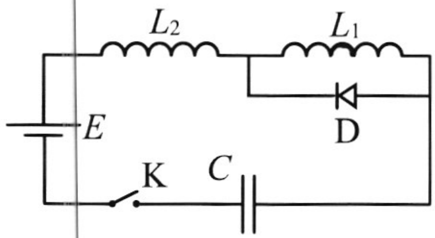
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. 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 $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, 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_1.

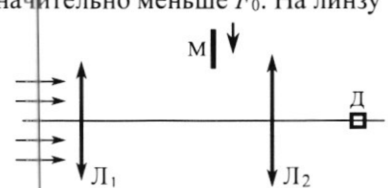


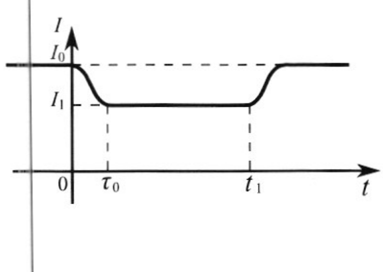
1) Найти период T этих колебаний.

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). $I_1 = 3I_0/4$.



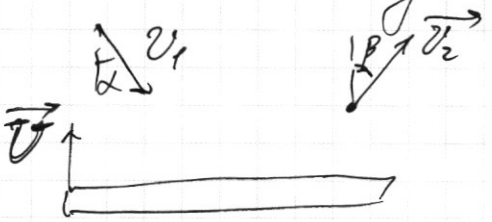


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

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

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

Задание 1

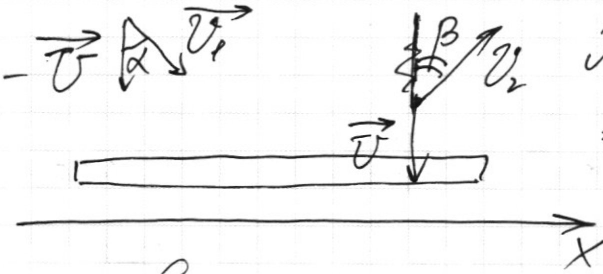


Дано: $\upsilon_1 = 8\frac{м}{с}$, $\sin\alpha = \frac{3}{4}$, $\sin\beta = \frac{1}{2}$

Найти: $\upsilon_2 - ?$, $\vec{V} - ?$

Решение

1) Перейдем в СО, связанную с массивной плитой. Т.к. ее масса много больше массы шарика (массивная), то эта СО инерциальная:



Плита гладкая $\Rightarrow F_{тр} = 0 \Rightarrow$ $\Rightarrow$ вдоль оси x сумма проекций сил равна 0 $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ выполняется закон сохранения импульса:

$m\upsilon_1 \sin\alpha = m\upsilon_2 \sin\beta \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = \upsilon_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$

$\upsilon_2 = 8\frac{м}{с} \cdot \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12\frac{м}{с}$

2) По закону сохранения энергии

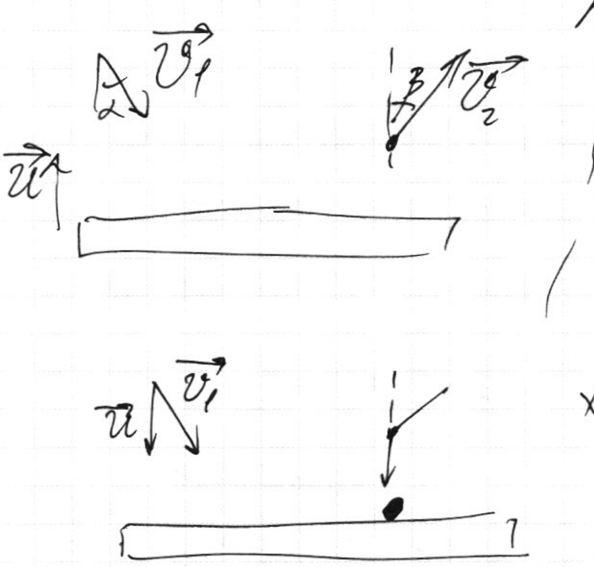
$\frac{m}{2}(\vec{\upsilon_1} - \vec{V})^2 = \frac{m}{2}(\vec{\upsilon_2} - \vec{V}) + Q$, где Q - выделившееся тепло:

$Q = \frac{m}{2}(\vec{\upsilon_1} - \vec{V})^2 - \frac{m}{2}(\vec{\upsilon_2} - \vec{V})^2$

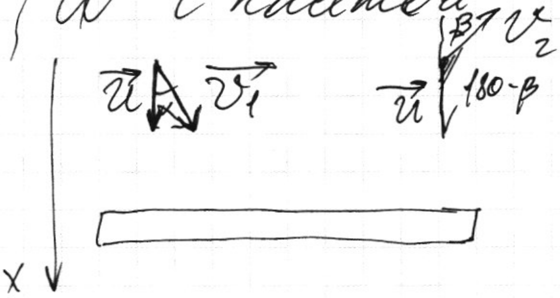
По условию, $Q > 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



СО с плитой



гладкая $\Rightarrow \cancel{m} v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

$$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow \boxed{v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}} \quad 1-\frac{9}{16} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

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

$$\cancel{Q} \quad \frac{m(\vec{v}_1+\vec{u})^2}{2} = \frac{m(\vec{v}_2+\vec{u})^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{m}{2}\left((\vec{v}_1+\vec{u})^2 - (\vec{v}_2+\vec{u})^2\right) =$$

$$= \frac{m}{2}\left(v_1^2 + 2v_1 u \cdot \cos\alpha + \cancel{u^2} - v_2^2 + 2v_2 u\cos\beta - \cancel{u^2}\right) =$$

$$= \frac{m}{2}\left((v_1-v_2)(v_1+v_2) + 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)\right) > 0$$

$$\cancel{12}\ u > \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)} = \frac{12^2-8^2}{2\left(8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} - 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} =$$

$$= \frac{\cancel{4}^{2} \cdot 20}{\cancel{8}\cdot(2\sqrt{7}-6\sqrt{3})} = \frac{10}{(\sqrt{7}-3\sqrt{3})}$$

☑ 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

$$(\vec{v_1}-\vec{v})^2-(\vec{v_2}-\vec{v})^2\geq 0$$

$$(\vec{v_1})^2+2(\vec{v_1};-\vec{v})+(-\vec{v})^2-(\vec{v_2})^2+2(\vec{v_2};\vec{v})-(\vec{v})^2\geq 0$$

$$v_1^2+2v_1 v\cos\alpha+\cancel{v^2}-v_2^2+2v_2 v\cos\beta-\cancel{v^2}>0$$

$$(v_1-v_2)(v_1+v_2)+2v(v_1\cos\alpha+v_2\cos\beta)>0$$

$$\boxed{v>\frac{v_2^2-v_1^2}{2(v_1\cos\alpha+v_2\cos\beta)}}$$

$$\cos\alpha=\sqrt{1-\frac{3^2}{4^2}}=\frac{\sqrt{7}}{4};\quad \cos\beta=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v>\frac{12^2-8^2}{2\left(8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4}+12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}=\frac{4\cdot 20}{2\cdot(2\sqrt{7}+6\sqrt{3})}=\frac{20}{\sqrt{7}+3\sqrt{3}}$$

$$v>\frac{20}{3\sqrt{3}+\sqrt{7}}=\frac{20(3\sqrt{3}-\sqrt{7})}{27-7}=3\sqrt{3}-\sqrt{7}$$

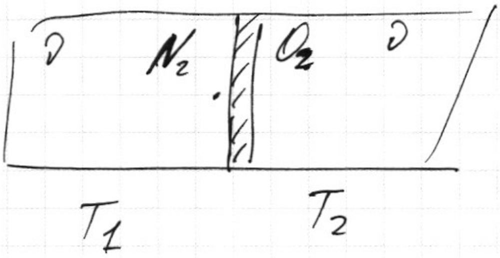
Ответ: $v_2=12\,\frac{м}{с}$; $v>(3\sqrt{3}-\sqrt{7})\,\frac{м}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

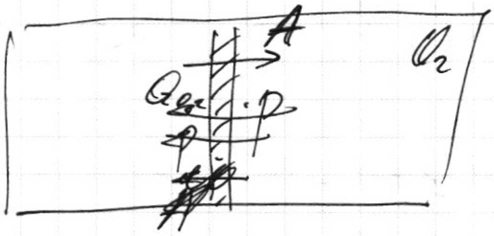
$$pV_1 = \nu R T_1$$



$$pV_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = 0{,}6 \quad V_1 < V_2$$

$C_V \quad V_1 = V_2$



$$U_1 + U_2 = 2U$$

$$U = \frac{U_1 + U_2}{2} = \frac{\frac{5}{2}R \cdot \nu T_1 + \frac{5}{2} R \nu T_2}{2}$$

$$5R\nu \cdot T = \frac{\frac{5}{2} R\nu (T_1 + T_2)}{2}$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400\,K \qquad pV_k = \nu R T$$

Кислород: $\cancel{A}$ $Q_{O_2} = \Delta U_{O_2} - A$

$$\nu R (T - T_2) = p_k V_k - pV_1 \quad Q_{N_2} = \Delta U_{N_2} + A$$

$$\Rightarrow Q_{O_2} + Q_{N_2} = \Delta U_{O_2} + \Delta U_{N_2} \quad (= 0)$$

$$p(V_k - V_2) = \nu R (T - T_2) = \nu R \left(\frac{T_1 - T_2}{2} \right) \qquad p_k (V_1 + V_2) = 2\nu R T \qquad p_k V$$

$$Q = C_p (T - T_2)\nu = C_p \frac{T_1 - T_2}{2} \nu = \frac{7}{2} R \nu \frac{T_1 - T_2}{2} =$$

$$= \frac{7}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{3}{7} \cdot (-100) = 1{,}5 \cdot 100 \cdot 8{,}31 = \frac{3}{2} \cdot 831$$

$831 \mid 2$ — $415{,}5$ $\qquad Q = -415{,}5$ Дж

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

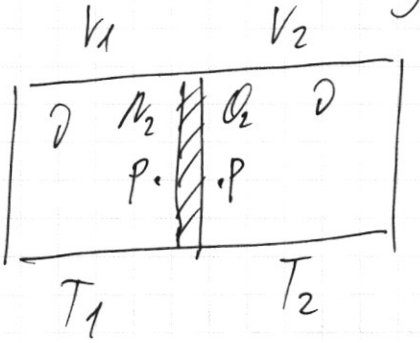
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 2



Дано: $\nu = \frac{3}{7}$ моль, $T_1 = 300$ K,

$T_2 = 500$ K, $C_v = \frac{5}{2}R$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

Найти: 1.) $\frac{V_1}{V_2}$ -?; 2.) T_k -?; 3.) Q_{O_2} -?

Решение

1.) По закону Менделеева - Клапейрона для обоих газов:

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

Процесс перемещения поршня медленный => => разность давлений близка к нулю (в каждый момент времени поршень в равновесии): $p_1 = p_2 = p$

$$\left.\begin{matrix} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \underline{\frac{V_1}{V_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \underline{0{,}6}$$

2.) сосуд теплоизолирован => для системы выполняется закон сохранения энергии:

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$U_1 + U_2 = 2U_k$ (в конце температура одинаковая => равны и внутренние энергии газов)

$U \sim T \Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_k \Rightarrow \boxed{T_k = \frac{T_1 + T_2}{2}}$

$T_k = \frac{300+500}{2} = 400K$

3.) Объемы обоих частей будут равны в конце:

$V_k = \frac{V_1+V_2}{2} \quad \frac{V_k}{V_1} = \frac{V_1 + V_2}{2V_1} = \frac{1+\frac{V_2}{V_1}}{2} = \frac{1+\frac{T_2}{T_1}}{2} =$

$= \frac{\frac{T_1+T_2}{2}}{T_1} = \frac{T_k}{T_1}$

$\left.\begin{matrix} p_k V_k = \nu R T_k \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{p_k}{p_1} = 1 \Rightarrow p_k = p_1 = p \Rightarrow$ давление

в процессе постоянно:

$C_p = C_v + R = \frac{7}{2}R$; $Q_{O_2} = C_p \nu (T_k - T_2) = \frac{7}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2} - T_2\right) =$

$= \frac{7}{2}\nu R \frac{T_1 - T_2}{2} = \boxed{\frac{7}{4}\nu R (T_1 - T_2)}$

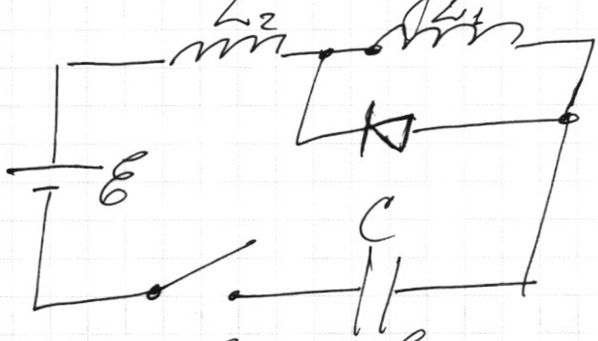
$Q_{O_2} = \frac{7}{4} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31(-200) = \frac{-3}{2} \cdot 831 = -415{,}5$ Дж

$Q_{O_2} < 0 \Rightarrow$ тепло кислород отдает $\Rightarrow |Q_{O_2}| = 415{,}5$ Дж

Ответ: 1.) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}6$; 2.) $T_k = 400K$; 3.) $|Q_{O_2}| = 415{,}5$ Дж; отдает тепло

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4



Дано: $\mathcal{E}$, $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, C

Найти: 1) $T_?$ – ?; 2) I_{M1} – ?; 3) I_{M2} – ?

Решение

Есть два случая:

1) а) Если ток течет по часовой стрелке, то диод закрыт, и ток течет по катушке L_1.

б) Если ток течет против часовой стрелки, то диод открыт, и ток течет по диоду (который в данный момент идеальный проводник)

а) По II правилу Кирхгофа: I_a – ток в цепи

$$\mathcal{E} = L_2 \dot{I}_a + L_1 \dot{I}_a + U_c; \quad I_a = \dot{q} \Rightarrow \dot{I} = \ddot{q}; \quad U_c = \frac{q}{C}$$

$$\mathcal{E} = 2L\ddot{q} + L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow C\mathcal{E} = 3LC\ddot{q} + q$$

$$\ddot{q} + \frac{q - C\mathcal{E}}{3LC} = 0 \Rightarrow \ddot{(q - C\mathcal{E})} + \frac{q - C\mathcal{E}}{3LC} = 0$$

Уравнение гармонических колебаний:

$$\omega_a^2 = \frac{1}{3LC} \Rightarrow \omega_a = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$$

$q - C\mathcal{E} = A\cos(\omega_a t + \varphi_a)$

$\varphi_a = \cancel{\frac{\pi}{2}}\ 0 \Rightarrow A = -C\mathcal{E}$ $(q=0)$

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

$I_a = +C\mathcal{E}\omega_a \sin\omega_a t$ (1)

$T_a = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\omega_a}} = 2\pi\sqrt{3LC}$

$\frac{T_a}{2} = \pi\sqrt{3LC}$ – время между двумя крайними положениями

б) в случае б ток через L_1 не течет

$I_б$ - ток в цепи

$-\mathcal{E} = L_2\dot{I}_б + U_c \Rightarrow -\mathcal{E} = 2L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow -C\mathcal{E} = 2LC\ddot{q} + q \Rightarrow$

$\Rightarrow 2LC\ddot{q} + (q + C\mathcal{E}) = 0 \Rightarrow \ddot{q} + \frac{q + C\mathcal{E}}{2LC} = 0$

Уравнение гармонических колебаний:

$\omega_б = \sqrt{\frac{1}{2LC}}$; $q + C\mathcal{E} = A\cos(\omega_б t)$

$t = 0$: $q = 0 \Rightarrow A = C\mathcal{E}$

$q + C\mathcal{E} = C\mathcal{E}\cos(\omega_б t) \Rightarrow I_б = -\omega_б C\mathcal{E}\sin(\omega_б t)$ (2)

$T_б = 2\pi\sqrt{2LC}$

в) половину периода ток течет по закону (1), половину периода по закону (2). Значит

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Общий период: $T = \frac{T_a + T_б}{2} = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{2LC} =$
$= \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{3}+\sqrt{2}\right)$

Общий ток и ток через L_1 будут течь по одному периоду: $\boxed{T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{3}+\sqrt{2}\right)}$

2.) Из законов (1) и (2):

$I_a = C\mathcal{E}\sqrt{\frac{1}{3LC}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{3LC}}t\right) \Rightarrow I_{Ma} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$I_б = -C\mathcal{E}\sqrt{\frac{1}{2LC}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{2LC}}t\right) \Rightarrow I_{Mб} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

(максимальные токи в обоих случаях):

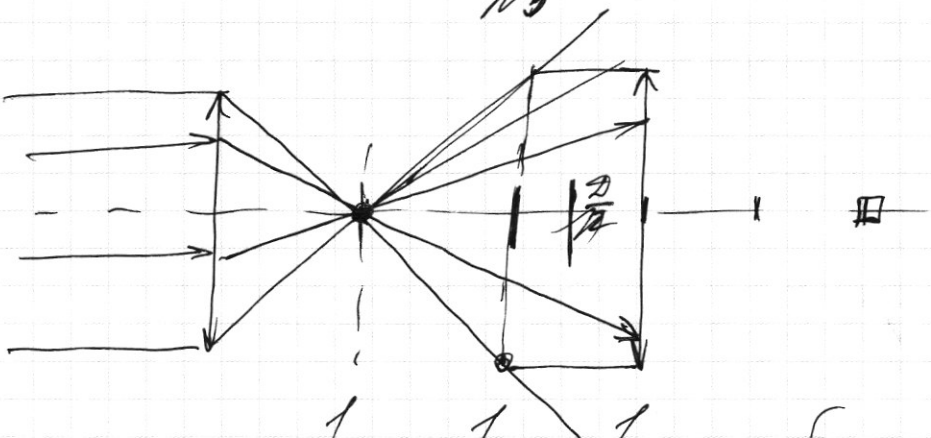
В случае б ток через L_1 не течет, значит максимальный ток через L_1 возможен только в случае а: $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} = I_{Ma}$

3.) ток через L_2 течет в обоих случаях:

$\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} < \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}} \Rightarrow I_{M_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}} = I_{Mб}$

Ответ: 1.) $\pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{3}+\sqrt{2}\right)$; 2.) $I_{M_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$;
3.) $I_{M_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

№5

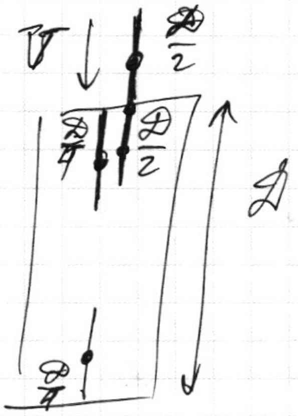


$I \sim P$

$S_M = \frac{\pi (D/2)^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16}$

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

1) $2F_0$



$S = \frac{D}{2}$, $t = \tau_0$

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

$D - \frac{D}{2} = \frac{D}{2}$

$t_1 - \tau_0 = \frac{D}{2V} = \frac{D}{D}\tau_0$

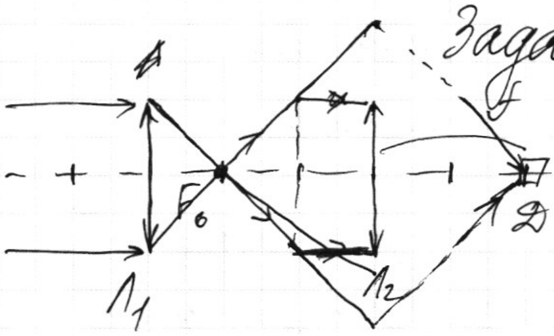
$t_1 = 2\tau_0$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5



Дано: F_0, D, τ_0

Найти: 1.) f; 2.) V; 3.) t_1

Решение

1.) Параллельные оси лучи попадают после преломления в фокус и создают там „изображение". Это „изображение" становится предметом для линзы $Л_2$. По формуле тонкой линзы:

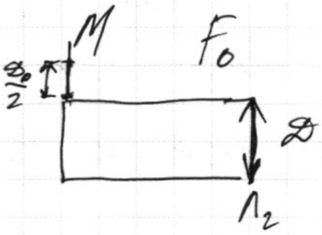
$$\frac{1}{3F_0-F_0}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{2F_0}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow f=2F_0$$

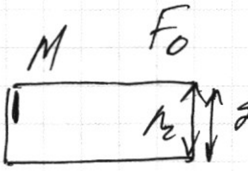
Чтобы все лучи попадали в детектор, он должен находиться на расстоянии $f=2F_0$ от $Л_2$

2.) Мощность света пропорциональна площади поверхности сферы, центром которой является источник света. Но т.к. $D \ll F_0$, то площадь сферической поверхности примерно равна площади круга:*

$I_1 - I_0 = \frac{I_0}{4}$. Т.к. сила тока детектора пропорциональна ~~[illegible]~~ мощности света, то она пропорциональна и площади. Из-за ~~пластинки~~ мишени сила тока уменьшается на четверть =>
=> площадь мишени в 4 раза меньше площади линзы => диаметр мишени $\frac{D}{2}$

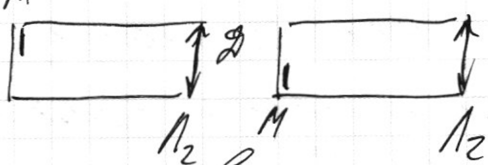
На расстоянии F_0 ~~[illegible]~~ от $Л_2$ и до линзы $Л_2$ вся область „заполнена" светом (нет области тени): (~~[illegible]~~ следует из построения):





На графике моменты $t=0$ и $t=\tau_0$ соответствуют ~~[illegible]~~ положениям, когда M вне области и полностью в области света. M прошла расстояние $\frac{D}{2}$ за τ_0 => $\boxed{V = \frac{D}{2\tau_0}}$ ($V=const$)

3.)



Мишень M за время $t_1-\tau_0$ находилась в области света полностью. =>
=> за это время прошла $\frac{D}{2}$

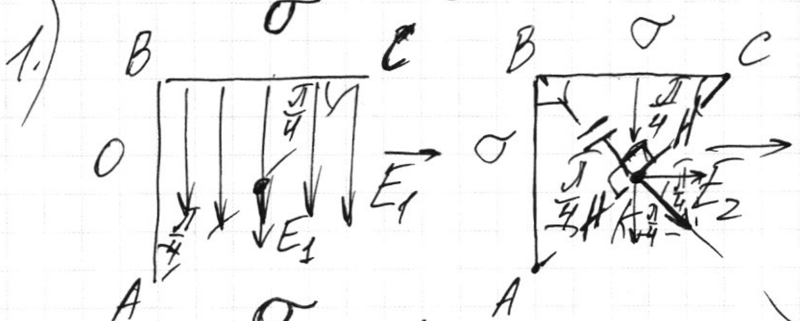
$\frac{D}{2} = V(t_1-\tau_0)$ $\frac{D}{2} = \frac{D}{2\tau_0}(t_1-\tau_0)$ => $\boxed{t_1 = 2\tau_0}$

Ответ: 1.) $f = 2F_0$; 2.) $V = \frac{D}{2\tau_0}$; 3.) $t_1 = 2\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 3

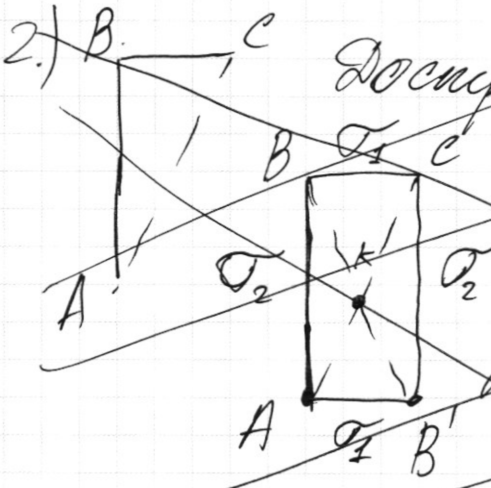
1)



$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (напряженность бесконечно заряженной плоскости). Напряженность в (·) K первоначально

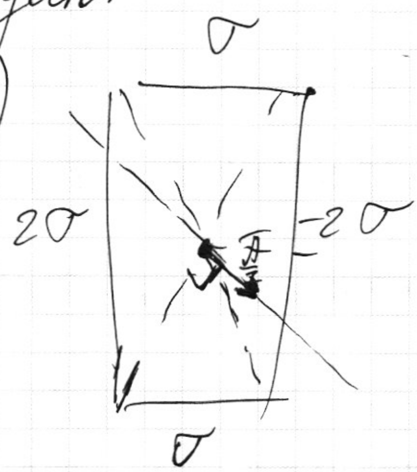
~~...~~ Когда вторую пластину зарядят с поверхностной плотностью σ, то ось BK станет осью симметрии поля ($\triangle ABC$ - равнобедренный, BK - медиана и высота, заряды на AB и BC одинаковые) => $\vec{E_2}$ в точке K будет направлена вдоль оси BK. Перпендикулярные компоненты полей в сумме будут давать ноль:

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}E_1 \Rightarrow \boxed{\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}} \approx 1,4$$

2.) 

~~Достроим до прямоугольника:~~

~~Тогда K-центр прямоуголь-ника. Из симметрии если зарядить AB' и B'C аналогич-но AB и BC, то напряжен-ность в точке K будет равна нулю:~~

2.) 

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2}=\frac{\sqrt{\sigma^2+4\sigma^2}}{2\varepsilon_0}=$$

$$=\frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

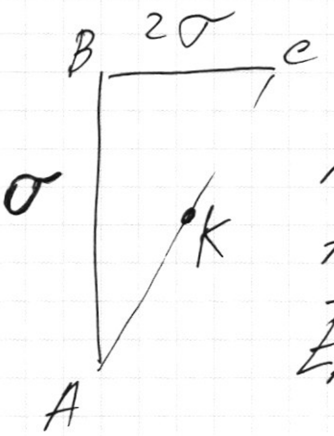
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.)



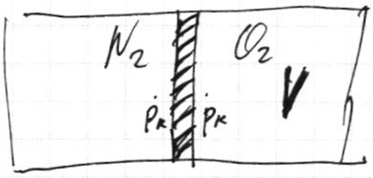
$\vec{E_K} = \vec{E_{AB}} + \vec{E_{BC}}$, где $\vec{E_{AB}}$ и $\vec{E_{BC}}$ — напряженност плоскостей AB и BC

$\vec{E_{AB}} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}$, $\vec{E_{BC}} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}$

$$\vec{E_{AB}} \perp \vec{E_{BC}} \Rightarrow E_K^2 = E_{AB}^2 + E_{BC}^2$$

$$E_K = \sqrt{\left(\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sqrt{\sigma_2^2+\sigma_1^2}}{2\varepsilon_0} = \frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$$

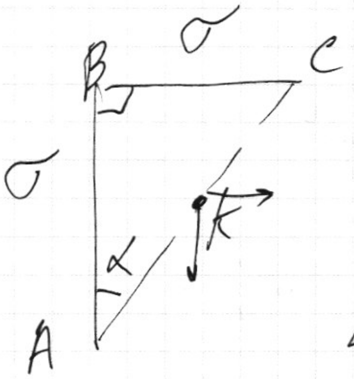
Ответ: 1.) $\sqrt{2}$; 2.) $\frac{\sqrt{5}\sigma}{2\varepsilon_0}$



$$\frac{V_1}{\frac{V_1+V_2}{2}} = \frac{T_1}{T_к}$$

$$\frac{m}{2}\upsilon_1^2 - m\vec{\upsilon_1}\cdot\vec{\upsilon} = \frac{m}{2}\upsilon_2^2 - m\vec{\upsilon_2}\cdot\vec{\upsilon} + Q$$

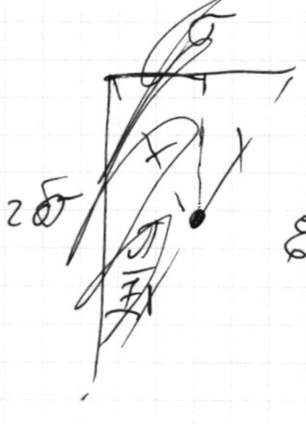
$$\frac{1}{1+\frac{T_2}{T_1}} = \frac{T_1}{\frac{T_1+T_2}{2}}$$



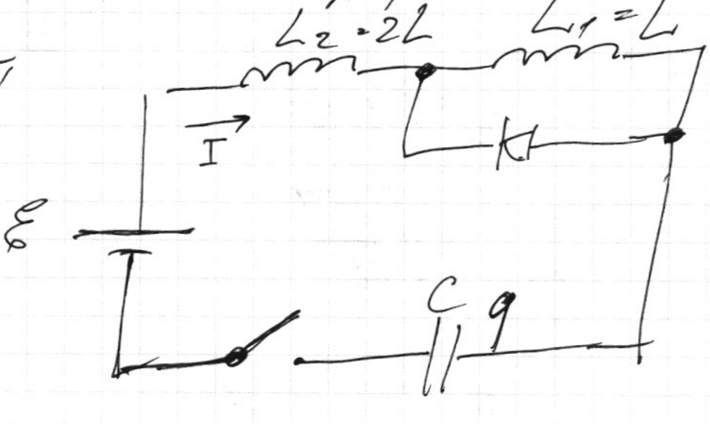
$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}, \quad E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_к = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \cancel{\sqrt{2}}$$

$\cdot \sqrt{2}$



№4



1.) $\mathcal{E} = 2L\ddot{q} + \frac{q}{C}$ $\quad \ddot{q} + \frac{q - C\mathcal{E}}{2LC} = 0$

2.) $\mathcal{E} = 3L\ddot{q} + \frac{q}{C}$ $\quad \ddot{q} + \frac{q - C\mathcal{E}}{3LC} = 0$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{2LC}}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{3LC}}, \quad T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$$

$T_1 = \sqrt{2LC}\,2\pi$ $\quad T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$ $\quad \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

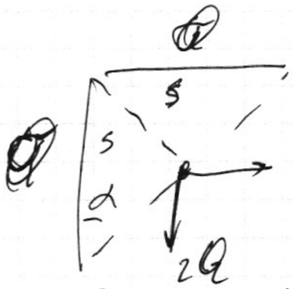
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{q\mathcal{E} = \frac{3LI_{m_1}^2}{2} + \frac{q^2}{C}}$



q q $U_c = 0$

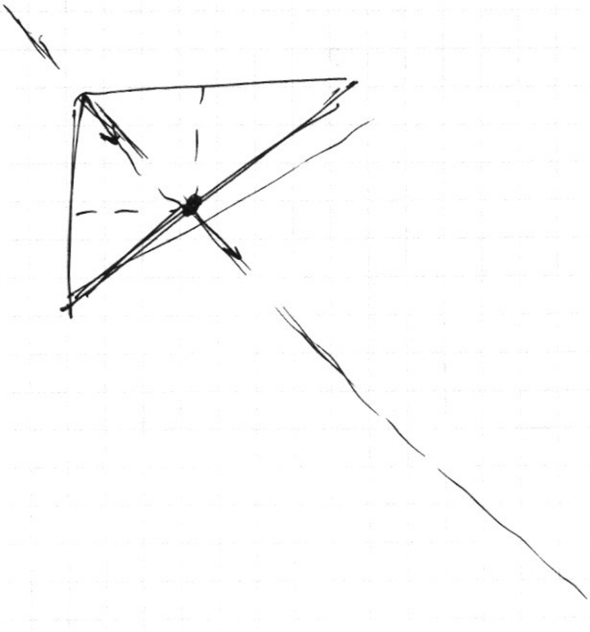
$\mathcal{E} = L_1 I_1' + U_c$ $\quad U_c = \mathcal{E}$ $\quad Q$ $\quad \sin\frac{\pi}{7} =$

$\mathcal{E} = LI_2'$

$q = C\mathcal{E}$ $\quad q\mathcal{E} = \frac{3LI_{m_1}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$ $\quad \sin\frac{\pi}{7} =$

$C\mathcal{E}^2 = 3LI_{m_1}^2$ $\quad I_{m_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$\mathcal{E} = L_1$ $\quad I_{m_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$



☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)