Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

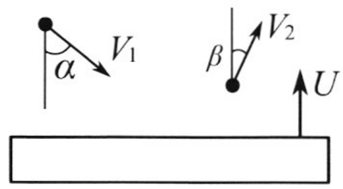
Класс 11

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.

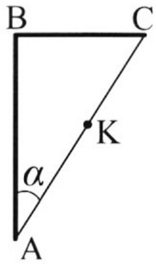
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 =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

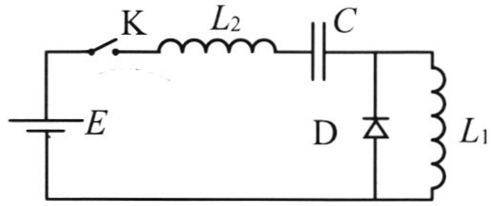
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

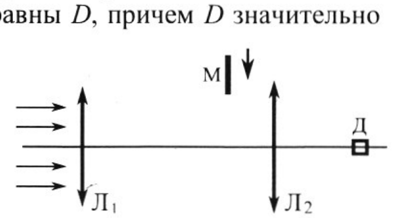


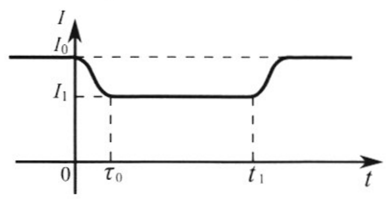
1) Найти период T этих колебаний.

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.

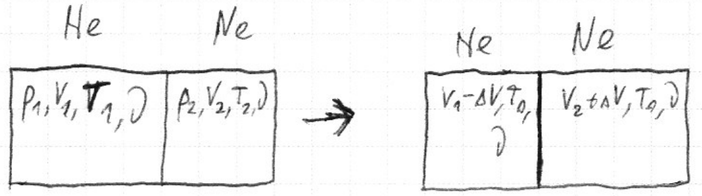
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2.

Дано:
$\nu = \frac{6}{25}$ моль
$T_1 = 330K$
$T_2 = 440K$
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?
2) T_0 - ?
3) Q_{He}



1) Так как температуры выравниваются медленно, то и объёмы изменяются медленно $\Rightarrow p_1 \approx p_2$
Данное соотношение можно применить к каждому малому времени процесса $\Rightarrow$ процесс можно считать изобарным.
Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для двух газов в начальном состоянии:

$$\div \begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4} = 0{,}75$$

$(p_1 \approx p_2 = p)$

2) Запишем первое начало термодинамики для обоих газов

$$-Q_{Ne} = \Delta U_{Ne} + A_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_2) + p\Delta V \quad (1)$$
$$Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He} = \frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_1) - p\Delta V \quad (2)$$

Так как поршень теплопроводящий: $Q_{He} = Q_{Ne} \Rightarrow Q_{He} - Q_{Ne} = 0$ (3)
Подставим (1) и (2) в (3)

$$\frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R (T_0 - T_2) = 0 \quad \Big| \cdot \frac{2}{3\nu R}$$
$$T_0 - T_1 + T_0 - T_2 = 0$$
$$\boxed{T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2}} = \frac{330 + 440}{2} = 385K$$

Время t_1 — время за которое муфта вошла в пучок и начала выходить из него $\Rightarrow t_1 = \frac{x}{V_1}$

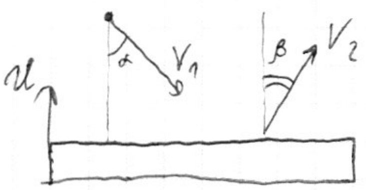
$$t_1 = \frac{D \cdot 12\tau_0}{2 \cdot D} = 6\tau_0$$

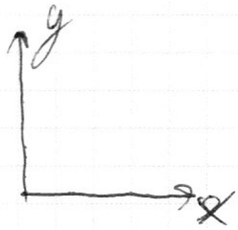
Ответ: 1) $f = F_0$ 2) $V = \frac{D}{12\tau_0}$ 3) $t_1 = 6\tau_0$

Задача №1:

Дано:
$V_1 = 6$ м/с
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

V_2 — ?
u — ?



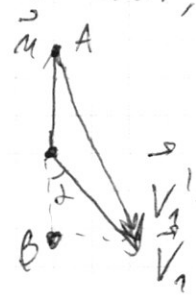


1) В направлении по оси x на тело не действовало внешних сил $\Rightarrow V_{1x} = V_{2x}$

$$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta \Rightarrow \boxed{V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}} \Rightarrow V_2 = 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \text{ м/с.}$$

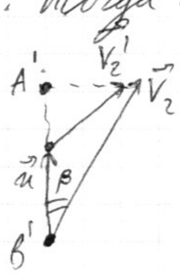
2) Перейдём в С.О., связанной с плитой: Тогда скорость шарика:

до удара:



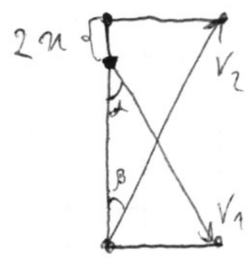
$\vec{V}_1'$ — скорость отн. плиты

после удара



Мяч увеличил свою скорость вдоль Oy на $2u$ (по модулю) за счёт столкновения. Отрезки AB ~~равны~~ и $A'B'$ равны:

$$V_1 \cos\alpha + u = V_2 \cos\beta - u \Rightarrow$$



$\cancel{V_2 \cos\beta = u + V_1 \cos\alpha}$

$\cancel{u = V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha = 12 \cdot}$ $2\sqrt{2}$

$$\Rightarrow u = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2} = \frac{12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 6 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5} \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2. Продолжение:

3) Уравнение Менделеева-Клапейрона для гелия:

$pV = \nu RT \mid \Delta()$

$\Delta(pV) = \Delta(\nu RT) \Rightarrow p\Delta V = \nu R\Delta T = \nu R(T_0 - T_1)$ (4)

Подставим T_0 и (4) в ур-ие (2)

$Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_1) = \frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2} - T_1\right) = \boxed{\frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right)}$

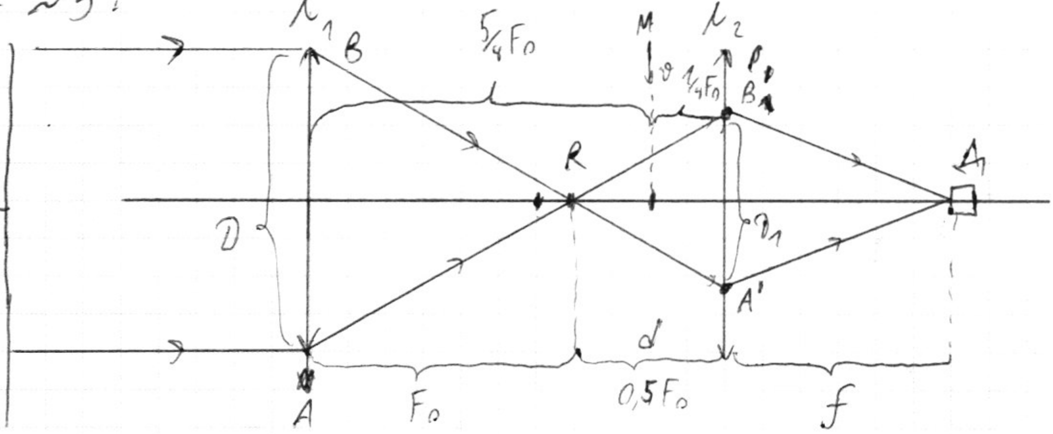
$Q_{He} = \frac{5}{2}\cdot\frac{8}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55 = 33\cdot 8{,}31 = 274{,}23$ Дж.

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}75$ 2) $T_0 = 385$ K 3) $Q_{He} = 274{,}23$ Дж.

Задача №5:

Дано:
F_0, D, τ_0

1) f - ?
2) V - ?
3) t_1 - ?



1) Пучок проходя линзу 1 фокусируется в точке R, на её фокусе, т.к пучок // главной оптической оси. Представим изображение R пучка $Л_1$ как предмет для линзы $Л_2$, находящийся на расстоянии $d = 0{,}5F_0$. По формуле тонкой линзы для $Л_2$ найдём f.

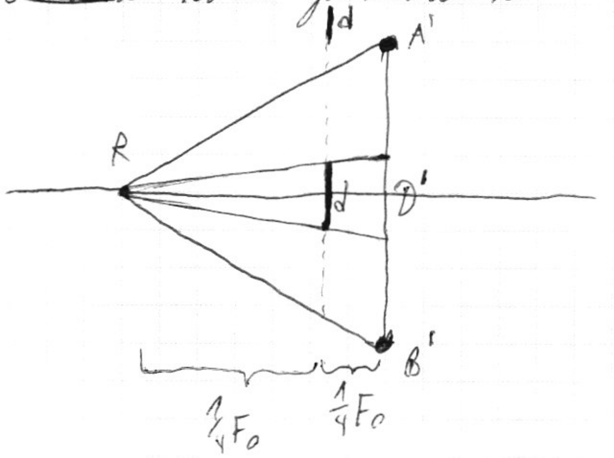
$\frac{1}{F_{Л_2}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{dF_{Л_2}}{d - F_{Л_2}} = \frac{0{,}5F_0\cdot\frac{F_0}{3}}{0{,}5F_0 - \frac{F_0}{3}} = \boxed{F_0} \Rightarrow f = F_0$

2) Найдём D_1 - диаметр пучка в линзе L_2 из подобия $\triangle ABR$ и $\triangle A'B'R$:

$$\frac{D}{D_1} = \frac{F_0}{0{,}5F_0} \Rightarrow D_1 = \frac{D}{2}$$

3) $I_1 = \frac{8I_0}{9} \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{8}{9} = \frac{P_1}{P_0}$ — отношение интенсивности света $\Rightarrow \frac{S_1}{S_0} = \frac{8}{9}$ — отношение площадей пучков в линзе L_2 (1)

~~в нача после движения м~~



d — диаметр муфты.

Найдём D' — диаметр области линзы, куда не поступает свет из-за муфты, пока она в центре.

$$\frac{d}{D'} = \frac{\frac{1}{4}F_0}{\frac{1}{2}F_0} \Rightarrow D' = 2d$$

$$S_0 = S_{A'B'} = \pi\frac{D_1^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16}$$

$$S_1 = \cancel{S_0 - \pi \frac{D'}{4}}\ S_{A'B'} - S_{D'} = \frac{\pi D^2}{16} - \frac{\pi D'^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16} - \pi d^2$$

Подставим S_0 и S_1 в (1)

$$\frac{\frac{\pi D^2}{16} - \pi d^2}{\frac{\pi D^2}{16}} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{D^2 - 16d^2}{D^2} = \frac{8}{9} \Rightarrow D^2 = 9 \cdot 16 d^2$$

$$\Rightarrow D = 12d \Rightarrow \boxed{d = \frac{D}{12}}$$

τ_0 — время захода муфты в пучок $\Rightarrow \tau_0 = \frac{d}{V} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{V = \frac{d}{\tau_0} = \frac{D}{12\tau_0}}$$

3) Муфта движется посередине между R и L_2, следовательно расстояние, которое она прошла $x = \frac{D_1}{2} = \frac{D}{4}$ (из подобия)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

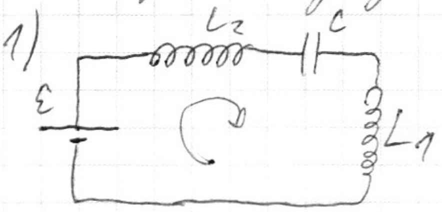
Ответ: $V_2 = 6$ м/с ; $U = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$ м/с.

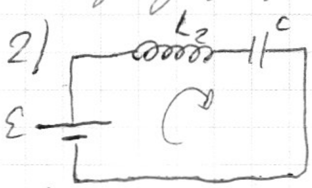
Задача 4:

Дано:
$L_2 = 2L$
$L_1 = 3L$
$C, \mathcal{E}$

1) T - ?
2) I_{01max} - ?
2) I_{02max} - ?

Колебания возникнут из за открывающегося и закрывающегося диода. Нарисуем 2 ситуации: диод открыт и диод закрыт.

1) 

2) 

Диод закрыт - ток идёт через катушку L_1

Диод открыт - ток через катушку L_1 не идёт

Запишем 2 законы Кирхгофа для обеих ситуаций:

1) $\mathcal{E} + \mathcal{E}_{si_1} + \mathcal{E}_{si_2} - U_C = 0$ 2) $\mathcal{E} + \cancel{\mathcal{E}_{si_1}}_{\to 0} + \mathcal{E}_{si_2} - U_C = 0$

$\mathcal{E}_{si_1} = 3L\left(\frac{dI}{dt}\right)_1$ $\mathcal{E}_{si_2} = 2L\left(\frac{dI}{dt}\right)_2$ $U_C = \frac{q}{C}$ - заряд на конденс.

Т.к элементы включены последовательно, то $I_{L_1} = I_{L_2} \Rightarrow$
$\Rightarrow \left(\frac{dI}{dt}\right)_1 = \left(\frac{dI}{dt}\right)_2 = \frac{dI}{dt} = \ddot{q}$

Подставим всё в 1) и 2)

1) $\mathcal{E} - 5L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$ 2). $\mathcal{E} - 2L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$

$\ddot{q} + \frac{q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L}$ (3) $\ddot{q} + \frac{q}{2LC} = \frac{\mathcal{E}}{2L}$ (4)

Это уравнения колебаний $(\ddot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 x_1)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Тогда циклическая частота в первом случае $\omega_{01} = \sqrt{\frac{1}{5LC}}$, а во втором $\omega_{02} = \sqrt{\frac{1}{2LC}}$. Тогда период в первой ситуации $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_{01}} = 2\pi\sqrt{5LC}$, а во второй $T_2 = \frac{2\pi}{\omega_{02}} = 2\pi\sqrt{2LC}$

~~Колебание~~ Периоды в двух ситуациях отличаются, ~~диод будет~~ тогда диод будет закрыт на протяжении времени $T_1/2$, и открыт — $T_2/2$. Тогда общий период колебаний $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC} = \boxed{\pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)}$$

2) Ток через катушку L_1 максимален в первом случае, т.к во втором $I_{L_1} = 0$. Если $I_{01\,max} \rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \ddot{Q} = 0$.
Используем $\ddot{Q} = 0$ в ур-ии (3)

$\frac{Q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L} \Rightarrow Q = \mathcal{E}C$. — заряд, прошедший через $\mathcal{E}$ и накопившийся на конденсаторе.

ЗСЭ:

$$\mathcal{E} \cdot Q = \frac{L_1 I_{01\,max}^2}{2} + \frac{L_2 I_{01\,max}^2}{2} + \frac{Q^2}{2C}$$

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{5L}{2} I_{01\,max}^2 + \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} \Rightarrow \boxed{I_{01\,max} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{5L}}}$$

3) Ток через катушку L_2 может быть максимален как в 1 так и во 2 положении. В первом положении он будет равен $I_{01\,max}$, т.к элементы соединены последовательно.

~~Во~~ Для второй ситуации проведём рассуждения, аналогичные пункту 2.

$\frac{Q}{2LC} = \frac{\mathcal{E}}{2L} \Rightarrow Q = \mathcal{E}C$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ЗСЭ: $\varepsilon^2 C = \frac{L_2 I_{02max}^2}{2} + \frac{\varepsilon^2 C}{2} \Rightarrow I_{02max} = \sqrt{\frac{\varepsilon^2 C}{2L}}$

$I_{02max} > I_{01max} \Rightarrow \underbrace{I_{02max} = \sqrt{\frac{\varepsilon^2 C}{2L}}}$

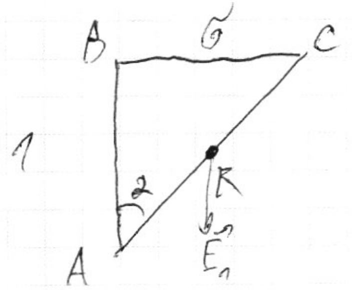
Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{5}+\sqrt{2})$; $I_{01max} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$; $I_{02max} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{2L}}$

Задача №3

Дано:
α, σ

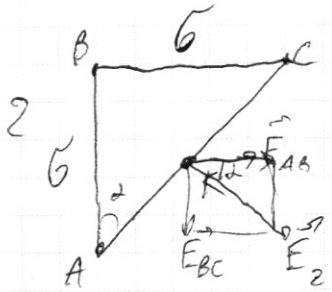
1) $\frac{E_1}{E_2}$ – ?

2) E_3 – ?



E_1 – напряжённость бесконечной плоской пластины $BC \Rightarrow$

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

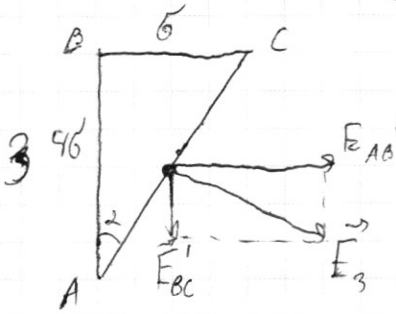


AB – так же бесконечная плоская пластина: $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_{BC} = E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Тогда E_2 – геометрическая сумма E_{AB} и E_{BC}.

Т.к. $E_{AB} = E_{BC}$ и $\alpha = 45^\circ$, то $E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2}E_{BC} = \sqrt{2}E_1$

$\Rightarrow \underbrace{\frac{E_1}{E_2} = \sqrt{2}}$



$E'_{AB} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E'_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\vec{E}_3 = \sqrt{E_{AB}'^2 + E_{BC}'^2} = \sqrt{\frac{17\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

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

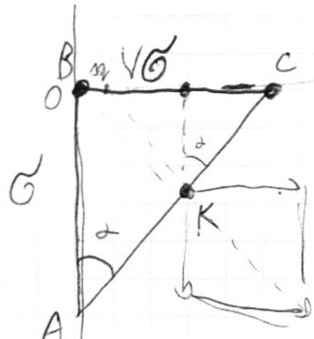
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

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

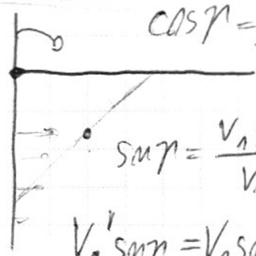
$V_1\cos\alpha = V_2\cos\beta$

$V_2 = V_1\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{5}}{2\sqrt{2}}$

$\sqrt{V_1'^2 - V_1^2\sin^2\alpha} = u + V_1\sin\alpha$

$V_1'\cos\gamma = u + V_1\sin\alpha$

$\cos\gamma = \sqrt{1-\frac{V_1^2\sin^2\alpha}{V_1'^2}}$

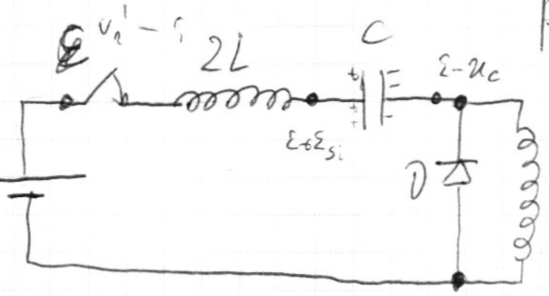


$\sin\gamma = \frac{V_1\sin\alpha}{V_1'}$

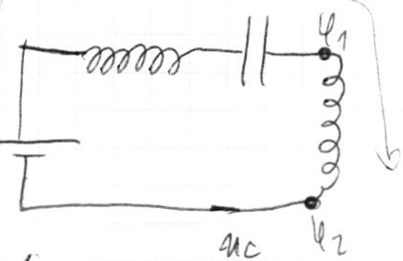
$V_1'\sin\gamma = V_1\sin\alpha$

$-mV_1\cos\alpha \pm mV_2\cos\beta$

$V_1\cos\alpha + u = V_2\cos\beta - u$

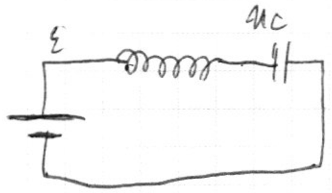


$3L\cos\gamma =$



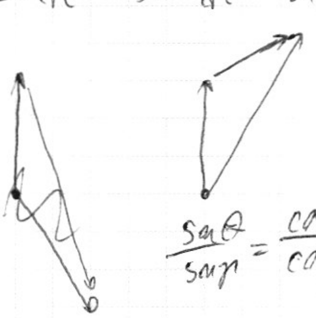
$\varepsilon\Delta q = \quad \varepsilon = 2L\frac{dI}{dt} + 3L\frac{dI}{dt} + u_C$

$\ddot{q} + \omega^2 q = \omega^2 q_1$



$u_C + \varepsilon_{si} = \varepsilon$

$u_C - 2L\frac{dI}{dt} = \varepsilon$



$\frac{\sin\theta}{\sin\gamma} = \frac{\cos\theta}{\cos\gamma}$

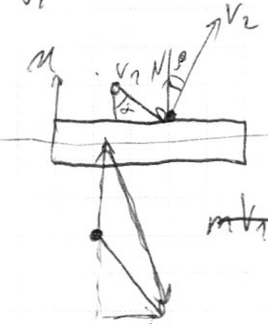
$-mV_1\cos\alpha \pm Mu = Mu + mV_2\cos\beta$

$\frac{dI}{dt} = \ddot{q} = \frac{u_C - \varepsilon}{2L}$

$V_1'\sin\gamma = V_2'\sin\theta$

$\cancel{m}V_1'\cos\gamma = \cancel{m}V_2'\cos\theta$

$V_2' \quad \cos\gamma$



$V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 2V_1$

$V_{абс} = V_{отн} + V_{пер}$

$V_1\cos\alpha + u = V_2\cos\beta - u$

~~$mV_1 + Mu$~~ $u = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$

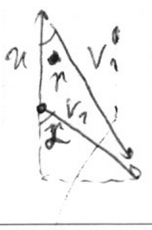
$1 - \frac{4}{9} = \frac{\sqrt{5}}{3} = \cos\alpha$

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

$\Delta p = N\Delta t \quad mV_1'\cos\gamma = mV_2'\cos\alpha = \frac{8\sqrt{2} - 2\sqrt{5}}{2}$ $4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

$ma = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

$m\frac{dV}{dt} = \quad dp = m\,dV$



$V_1'\cos\gamma = u + V_1\cos\alpha$

$V_2'\cos\theta = V_2\cos\beta - u$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

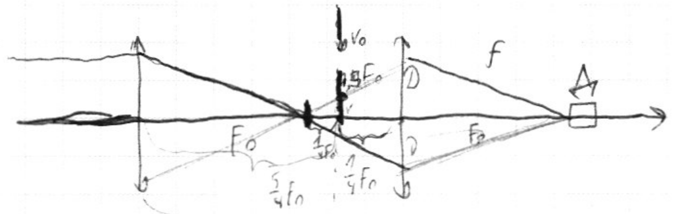
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

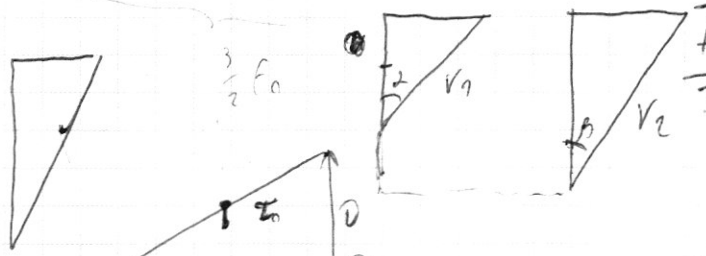
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



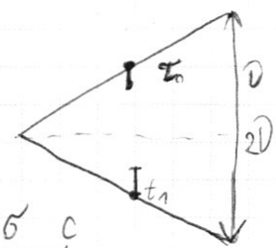
$$f = \frac{0{,}5F_0 \cdot F_0}{3 \cdot \frac{1}{6}F_0} = F_0$$

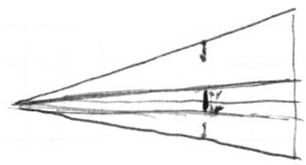
$$V_2^2 - V_2^2\sin^2\beta = V_1^2 - V_1^2\sin^2\alpha$$

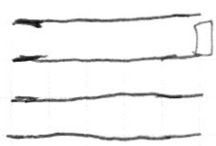


$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{9}{8}$$

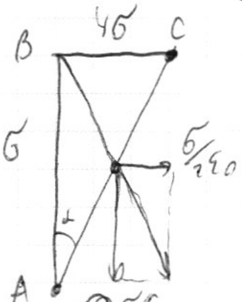
$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{8}{9} = \frac{\ell_1}{\ell_2}$$





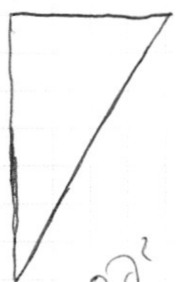


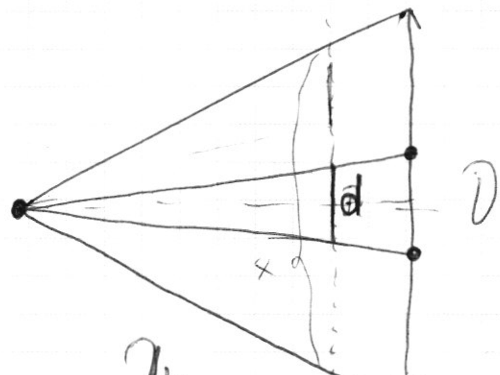
$$\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{2}{3}$$



$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{16\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sqrt{17}}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$\frac{M}{m}U$$





$$8D^2 = 9D^2 - 9d^2$$

$$D^2 = 9d^2$$

$$d = \frac{D}{3}$$

$$V = \frac{d}{\tau_0}$$

$$\boxed{V = \frac{D}{3\tau_0}}$$

$$\frac{W}{D} = \frac{\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{D^2 - d^2}{D^2} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{x}{D} = \frac{0{,}75F_0 \cdot \frac{1}{2}}{0{,}5F_0}$$

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

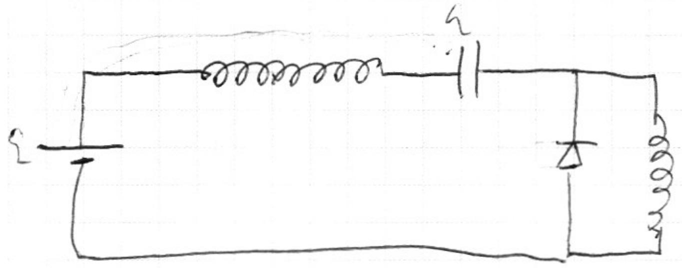
$$\tau_1 = \frac{x}{V} = \frac{3\tau_0 D}{2 \cdot D} = \boxed{\frac{3}{2}\tau_0}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

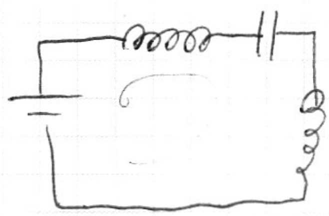
(Нумеровать только чистовики)

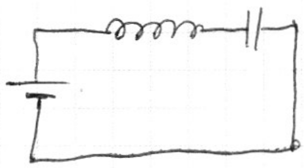


$$\mathcal{E} = 5L\frac{dI}{dt} + U_C$$

$$\mathcal{E} = 5L\ddot{q} + \frac{q}{C}$$ – диод открыт

$I \quad \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad U_C =$



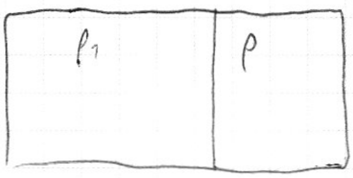


$$q = CU_C$$

$$U_C = \frac{q}{C}$$

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

$$\ddot{q} + \frac{q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L}$$



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

$$\omega^2 = \frac{1}{5LC} \quad T = 2\pi\sqrt{5LC}$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{Si_1} + \mathcal{E}_{Si_2} + U_C = 0$$

$$\mathcal{E} - 5L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = 0$$

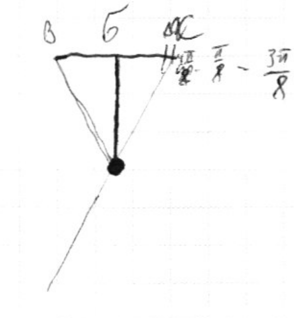
$$I = const$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{5LC}q = \frac{\mathcal{E}}{5L}$$

$\mathcal{E} =$

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{L_2 I_{max}^2}{2} + \frac{CU_C^2}{2}$$

$$\ddot{q} + \omega_0^2 q = \omega_0^2 x_1$$



$\frac{\pi}{8} - \frac{3\pi}{8}$

$$\frac{Q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L} \quad \Big| \frac{1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C^2}{2C}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2}{\sqrt{LC}(\sqrt{5}+\sqrt{2})}$$

$$\frac{4Q}{LC(7+2\sqrt{10})}$$

$$\frac{I_{max}}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L\Delta t}$$

$$L\frac{\Delta I}{\Delta t} = \mathcal{E}_{Si}$$

$$k\frac{\Delta q}{r^2}$$

$$L\Delta t = \frac{\mathcal{E}_{Si}\Delta t^2}{\Delta I}$$

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

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{L_1 I_{max}^2}{2} + \frac{L_2 I_{max}^2}{2} + Q$$

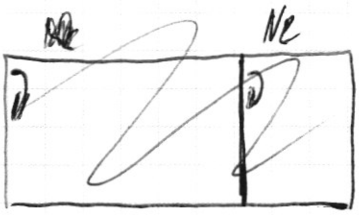
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

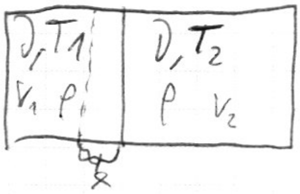
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



He Ne



$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

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

$p_1'(V_1 - \Delta V) = \nu R T_0$

$p_2'(V_2 + \Delta V) = \nu R T_0$

$\frac{p_1'}{p_2'}$

$-p\Delta V$

$-Q_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_2) + p(\Delta V)$

$Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_1) - p(\Delta V)$

$\cancel{-pV_2 - pS_x + \frac{3}{2}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T_0} = \cancel{\frac{3}{2}\nu R T_0} - \cancel{\frac{3}{2}\nu R T_1} - \cancel{pV_1 + pS_x}$

$T_2 - T_0 = T_0 - T_1$

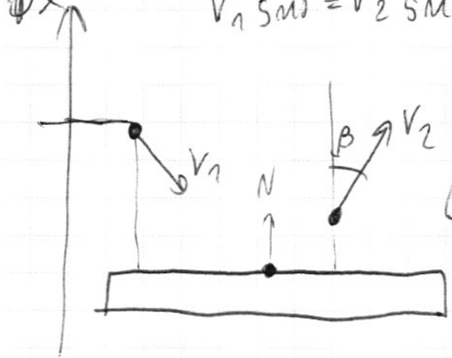
$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{770}{2} = 385$

$Q = p\Delta V = \nu R \Delta T =$

$Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_1) = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31(385 - 330) = \frac{3}{5} \cdot$

$3 \cdot 11 \cdot 8{,}31$

$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times\ 33 \\ \hline 2493 \\ 2493 \\ \hline 274{,}23 \end{array}$$ Дж



$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

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

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

$0 \to 0$

∞ $\Delta p = N\Delta t$

$\cancel{v_1 + u}$

$-v_1\cos\alpha - u$

$\cancel{v_2 - u}$ $v_2\cos\beta - u$ u

$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta - u.$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)