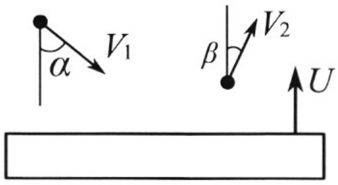
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-02

Шифр
(заполняется секретарём)



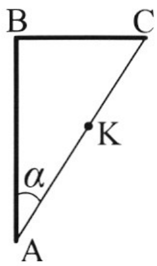
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик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

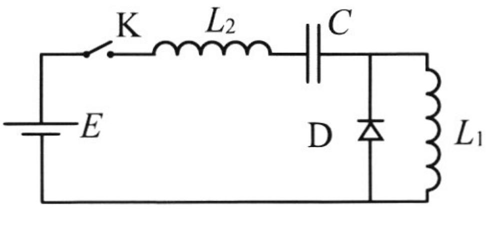
1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?



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?

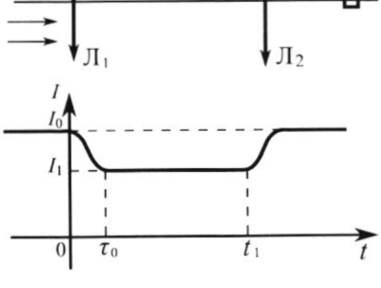
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.



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 №1

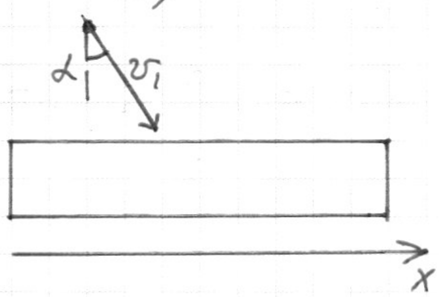
Дано:
$v_1 = 6$ м/с
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

1) $v_2 = ?$
2) Найти возможные значения u

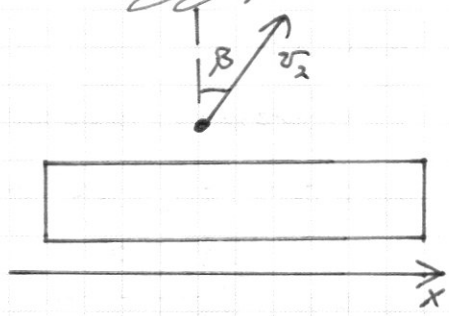
Решение:

1) СО земли

до удара



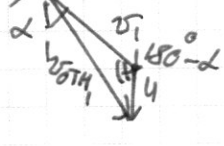
после удара



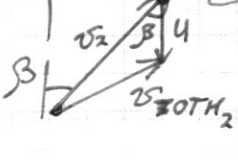
Заметим, что плита гладкая $\Rightarrow$ за время удара силы, действующие на шарик по горизонтали (ось x), равны нулю $\Rightarrow$ справедлив закон сохранения импульса в проекции на ось x: $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 2v_1 = 12$ м/с

2) Перейдем в СО плиты, так как она массивная, и можно считать ИСО, причем в этой ИСО сила реакции N, действующая на шарик, не совершает работу, так как плита неподвижна.

до удара:



после удара:



В треугольниках скоростей применим т. косинусов

$$v_{отн_1}^2 = u^2 + v_1^2 - 2v_1 u\cos(180^\circ - \alpha) = u^2 + v_1^2 + 2v_1 u\cos\alpha$$

$$v_{отн_2}^2 = u^2 + v_2^2 - 2v_2 u\cos\beta$$

Применим в этой ИСО закон сохранения энергии:

$$\frac{m}{2}v_{отн_1}^2 = \frac{m}{2}v_{отн_2}^2 + Q \Rightarrow Q = \frac{m}{2}(v_{отн_1}^2 - v_{отн_2}^2) = \frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2 + 2v_1 u\cos\alpha + 2v_2 u\cos\beta)$$

Ограничение на u: $Q > 0 \Rightarrow v_1^2 - v_2^2 + 2v_1 u\cos\alpha + 2v_2 u\cos\beta > 0$

$$u(2v_1\cos\alpha + 2v_2\cos\beta) > v_2^2 - v_1^2$$

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

Из основного тригонометрического тождества имеем: $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{\sqrt8}{3} = \frac{2\sqrt2}{3}$$

$$u > \frac{144-36}{2(6\cdot\frac{\sqrt5}{3} + 12\cdot\frac{2\sqrt2}{3})} \Rightarrow \frac{54}{2\sqrt5 + 8\sqrt2} = \frac{27}{\sqrt5 + 4\sqrt2} < u$$

Ответ: 1) $v_2 = 12$ м/с

2) $u > \frac{27}{4\sqrt2 + \sqrt5}$

~ Задача ~ 2

Дано:

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

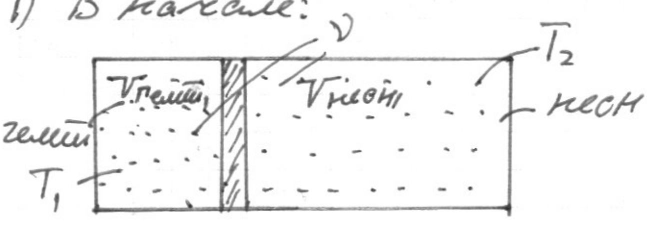
$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{К\cdot моль}$

Решение

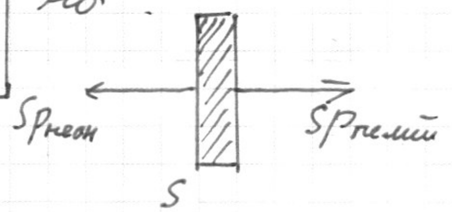
1) В начале:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $\frac{V_{гелий 1}}{V_{неон 1}}=?$
2) $T_{уст}=?$
3) $Q=?$

Поршень двигается медленно => его ускорение равно нулю => силы скомпенсированы.



=> $p_{гелий}=p_{неон}=p$, т.е. ~~в сосуде в кажд~~ в каждой момент времени гелий и неон имеют одинаковые давления. Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона для каждого газа в начале:

$$p_0 V_{гелий_1}=\nu RT_1$$
$$p_0 V_{неон_1}=\nu RT_2$$
$$\Rightarrow \frac{V_{гелий_1}}{V_{гелий_2}}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{33}{44}=\frac{3}{4}=0{,}75$$

2) Давления газов равны в каждой момент времени => суммарная работа двух газов равна нулю, т.к. точки приложения сил, с которыми газы действуют на поршень, совершают одинаковые перемещения.

Запишем первое начало термодинамики для каждого из газов от начального момента времени до установившегося состояния:

гелий: $A_{гелия}+\Delta U_{гелия}=0$

неон: $A_{неона}+\Delta U_{неона}=0$

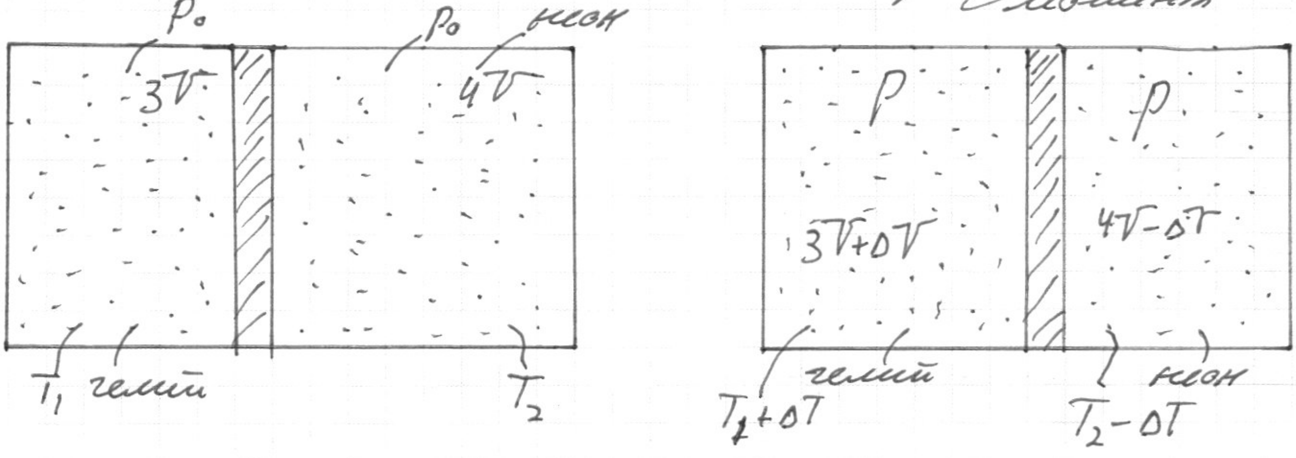
$\Rightarrow \Delta U_{гелия}+\Delta U_{неона}=0$

$$\frac{3}{2}\nu R(T_{уст}-T_1)+\frac{3}{2}\nu R(T_{уст}-T_2)=0 \Rightarrow$$

$$T_{уст}=\frac{T_1+T_2}{2}=\frac{440+330}{2}K=385K.$$

3) Пусть объем всего сосуда - $7V$, тогда

В начале / в произвольный момент



Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона для газов в конце:

гелий: $p(3V+\Delta V)=\nu R(T_1+\Delta T)$ ← изменения температур равно, т.к $\Delta U_{гелия}+\Delta U_{неона}=0$

неон: $p(4V-\Delta V)=\nu R(T_2-\Delta T)$

Сложим эти уравнения:

$3pV+p\Delta V+4Vp-p\Delta V=\nu R(T_1+T_2) \Rightarrow p=\frac{\nu R(T_1+T_2)}{7V}$

Из ур-я Менделеева-Клапейрона в начале для неона имеем $p_0=\frac{\nu RT_2}{4V}$

$\frac{p_0}{p}=\frac{\cancel{(T_1+T_2)}\,7T_2}{4(T_1+T_2)}=\frac{7\cdot 440}{4\cdot 770}=1 \Rightarrow p_0=p \Rightarrow$ с неоном происходит изобарной процесс, т.к. в произвольной момент времени давление неона равно начальному $\Rightarrow -Q=c_p\nu\Delta T=\frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2}-T_2\right)=\frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_1-T_2}{2}\right)\Rightarrow$

$Q=\frac{5}{4}\nu R(T_2-T_1)=\frac{5}{4}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}31\cdot 110=274$ Дж

Ответ: 1) $\frac{3}{4}$ 3) 274 Дж

2) 385 K

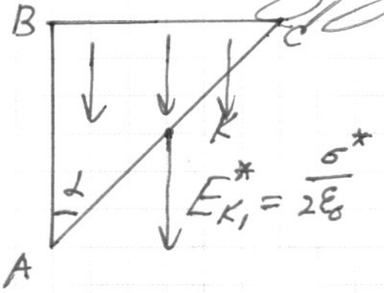
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

Дано:
1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$
$n = ?$
2) $\sigma_1 = 4\sigma$
$\sigma_2 = \sigma$
$\alpha = \frac{\pi}{8}$
$E_K = ?$

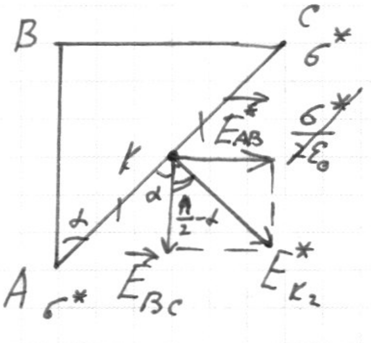
Решение:

1) Найдем $E^*_{K_1}$, когда только пластина BC заряжена и имеет поверхностную плотность заряда σ^*:



Найдем $E^*_{K_2}$, когда обе пластины заряжены и имеют поверхностную плотность заряда σ^*, используем принцип суперпозиции:

$$|\vec{E}^*_{AB}| = |\vec{E}^*_{BC}|$$

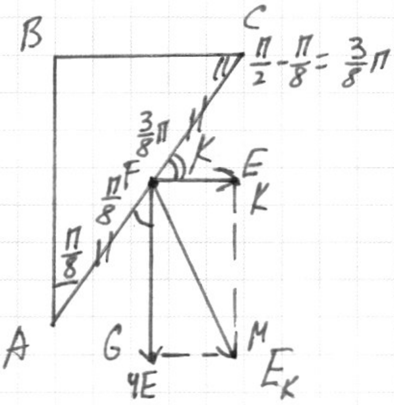


Так как $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то $\triangle ABC$ равнобедренный, на K - середина AC $\Rightarrow$ из симметрии $E^*_{K_2} \perp AC \Rightarrow$

$$E^*_{K_2} = \frac{E^*_{AB}}{\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)} = \frac{\sqrt{2}\sigma^*}{2\varepsilon_0} = \sqrt{2}E^*_{K_1} \Rightarrow n = \frac{E^*_{K_2}}{E^*_{K_1}} = \sqrt{2}$$

2) $\sigma_1 = 4\sigma$ и $\sigma_2 = \sigma \Rightarrow E_{BC} = E_{AB} \cdot 4 = 4E$.

Используем принцип суперпозиции:



EFGM прямоугольник $\Rightarrow$
$GM = FK \Rightarrow FM^2 = FG^2 + GM^2 \Rightarrow$
$E_K = E\sqrt{17} = \frac{\sigma\sqrt{17}}{2\varepsilon_0}$

Ответ: 1) увеличится в $n=\sqrt{2}$ раз
2) $E_K = \frac{\sigma\sqrt{17}}{2\varepsilon_0}$

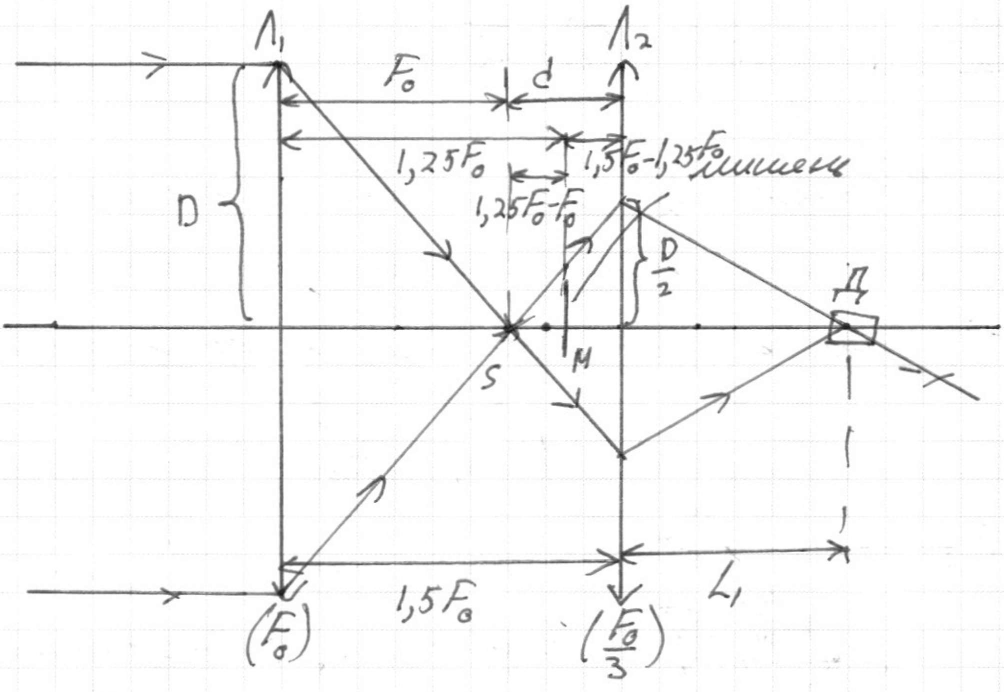
Задача №5

Дано:
F_0 и $\frac{F_0}{3}$
Δ - расстояние между линзами - $1{,}5F_0$
$I_1 = \frac{8}{9}I_0$
расстояние от мишени до $Л_1$ - $\frac{5}{4}F_0$

1) $L_1 = ?$
2) $v = ?$
3) $t_1 = ?$

Решение.

1)



Сначала параллельной пучок света соберется в фокусе линзы $Л_1$, поместим в эту точку точечный источник света. После этого пучок преломится так, чтобы попасть S_1^* - изображение S в $Л_2$,

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

оно будет находиться в месте, где расположен фотодетектор:

$$d = 1{,}5F_0 - F_0 = \frac{1}{2}F_0$$

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{L_1} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{L_1} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow L_1 = F_0$$

2) Проанализируем $I(t)$. Для начала рассмотрим падение мишени.

Найдем площадь ок-ти, засвеченной светом, в плоскости, где падает мишень. Из подобия ее диаметр $\frac{D}{4} \Rightarrow S = \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^2}{4}\pi$. Пусть ρ - интенсивность света $\Rightarrow I_0 = K\rho S$, где K - коэф. пропорциональности. Пусть $d_м$ - диаметр мишени, тогда, когда мишень внутри засвеченной области, $S^* = S - S_м = \frac{\pi}{4}\left(\left(\frac{D}{4}\right)^2 - \left(\frac{d_м}{2}\right)^2\right) \Rightarrow I_1 = S^*\rho K \Rightarrow \frac{S^*}{S} = \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^2 - \left(\frac{d_м}{2}\right)^2}{\left(\frac{D}{4}\right)^2} = \frac{8}{9} \Rightarrow$

$$1 - \frac{\frac{d_м^2}{4}}{\frac{D^2}{16}} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{4d_м^2}{D^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow d_м = \frac{D}{6}$$

Из графика видим, что мишень влетала в пучок τ_0 секунд $\Rightarrow v \cdot \tau_0 = \frac{D}{6} \Rightarrow v = \frac{D}{6\tau_0}$

Из графика видим, что мишень полностью была внутри пучка $t_1 - \tau_0$ сек. $\Rightarrow v(t_1 - \tau_0) = \frac{D}{4} - \frac{D}{6} = \frac{D}{12} \Rightarrow$

$(t_1 - \tau_0)\frac{D}{6\tau_0} = \frac{D}{12} \Rightarrow t_1 =$

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

Задача №4

Дано:
$L_1 = 3L$
$L_2 = 2L$
C

1) $T = ?$
2) $I_{01} = ?$
3) $I_{02} = ?$

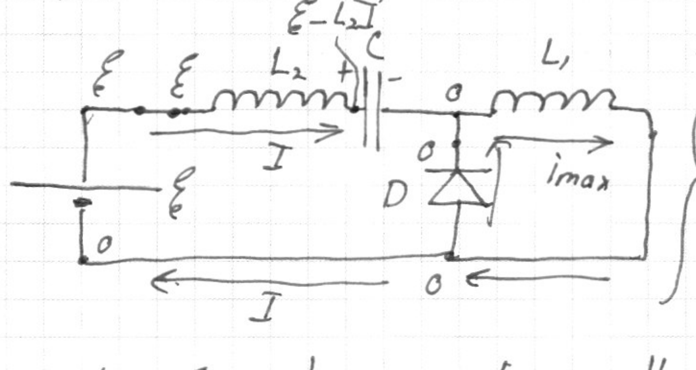
Решение:

· После замыкания ключа некоторое время диод будет закрыт и весь ток будет течь через L_1:

$\varphi_1 - \varphi_2 = L_1 i'$

Пока ток растет $\varphi_1 > \varphi_2$, когда $\underbrace{i \to max}_{\text{момент}}$ $\varphi_1 = \varphi_2$ ← после этого момента катушка становится закороченной, т.к. $U_D = \varphi_2 - \varphi_1 \le 0 \Rightarrow$ ток через катушку не может уменьшаться, т.к. если ток уменьшается $i' < 0 \Rightarrow \varphi_2 > \varphi_1$, что невозможно, т.к. диод идеальный, а через L_2 будут происходить колебания, диод после достижения τ становится открытым.

1) Рассмотрим цепь, когда через L_2 происходят колебания, а через L_1 течет ток $i_{max} = const$



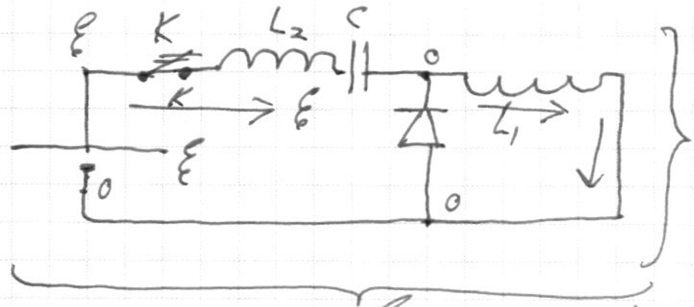
} используем метод узловых потенциалов

$U_C = \mathcal{E} - L_2 I' \Rightarrow I = C U_C' = -L_2 I'' \cdot C \Rightarrow I'' + \frac{1}{L_2 C} I = 0$ ← дифференциальное ур-е колебаний $\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{L_2 C} =$
$= \sqrt{2LC}$

2) Рассмотрим цепь, когда через L_2 те-

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

чит ток I_{02}: $U_{L_2}(\tau^*)=0$

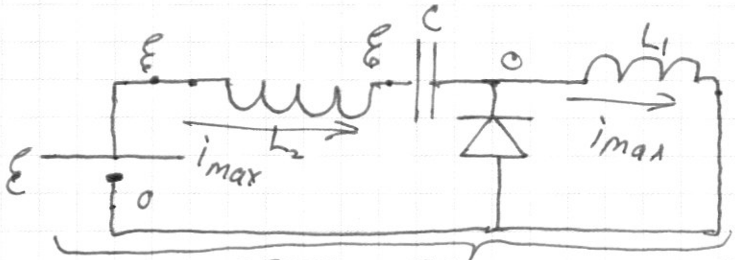


метод потенциалов

момент времени τ^*

$$W(\tau^*)=\frac{L_1 i_{max}^2}{2}+\frac{C\varepsilon^2}{2}+\frac{L_2\cdot I_{02}^2}{2}$$

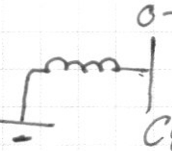
3) Рассмотрим цепь в момент τ^{**}, когда $I_{L_2}(\tau^{**})=i_{max}$, тогда $U_{L_2}(\tau)=0$, т.к. до этого момента диод не был открыт $\Rightarrow$ i_{max} максимальной ток через L_2 в рамках цепи с неоткрытым диодом



метод потенциалов

$$W(\tau)=\frac{C\varepsilon^2}{2}+\frac{(L_1+L_2)i_{max}^2}{2}$$

4) Рассмотрим процесс от $t=0$ до $t=\tau$:



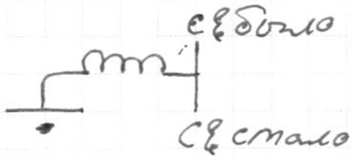
$$A_б=C\varepsilon^2$$

По ЗСЭ от $t=0$ до $t=\tau$

$$C\varepsilon^2=\frac{C\varepsilon^2}{2}+\frac{(L_1+L_2)i_{max}^2}{2}\Rightarrow i_{max}^2=\frac{C\varepsilon^2}{L_1+L_2}=\frac{C\varepsilon^2}{5L}\Rightarrow i_{max}=\varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

Но i_{max} это и есть максимальной ток через катушку $L_1\Rightarrow I_{01}=i_{max}=\varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$

5) Рассмотрим процесс от τ до τ^*

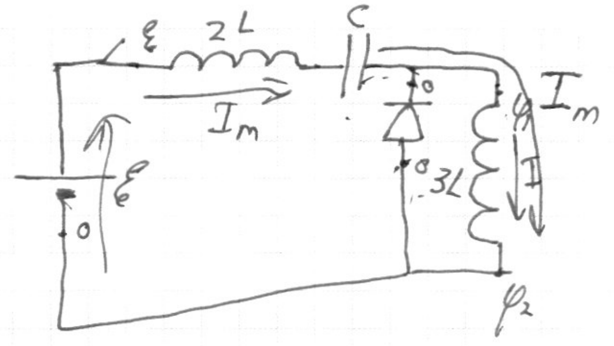


$A_б^* = 0$

По ЗСЭ: $A_б^* = \Delta W$

$$0 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_1 i_{max}^2}{2} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{(L_1+L_2) i_{max}^2}{2}$$

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

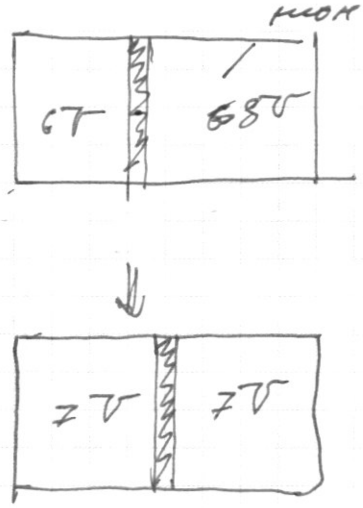


$\varphi_1-\varphi_2=LI'=0$

$I'=0$

$\frac{T}{4}$

$\frac{T}{4}=\quad \frac{5LI_m^2}{2}+\frac{CU^2}{2}=$



$\delta Q=\delta U+dA$

$\delta Q=\frac{3}{2}\nu R dT+pdV$

$(dp+p)(V_1+dV)=\nu R(T_1+dT)$

$(dp+p)(V_2-dV)=\nu R(T_2-dT^*)$

$\frac{V_1+dV}{V_2-dV}=\frac{T_1+dT}{T_2-dT^*}$ $\quad dT$

$\frac{dp}{p}+\frac{dV}{V_1}=\frac{dT}{T_1}$ $\quad \frac{dp}{p}$ $\quad -Q=pdV$

$\frac{dp}{p}+\frac{dV}{V_2}=\frac{dT}{T_2}$ $\quad \frac{dp}{p}$

$p(3V+\Delta V)=\nu R(T_1+\Delta T)$

$dV\left(\frac{1}{V_1}-\frac{1}{V_2}\right)=dT\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right)$

$p(4V-\Delta V)=\nu R(T_2-\Delta T)$

$\delta Q=\frac{3}{2}\nu R dT+p$

$7pV=\nu R(T_2+T_1)$

$p=\frac{\nu R(T_2+T_1)}{7V}=\frac{\nu R T_1}{6V}$

$\frac{T_2+T_1}{7}=\frac{T_1}{6}$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

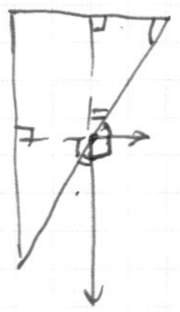
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{t_1-\tau_0}{6\tau_0}=\frac{\cancel{B}1}{12}$$

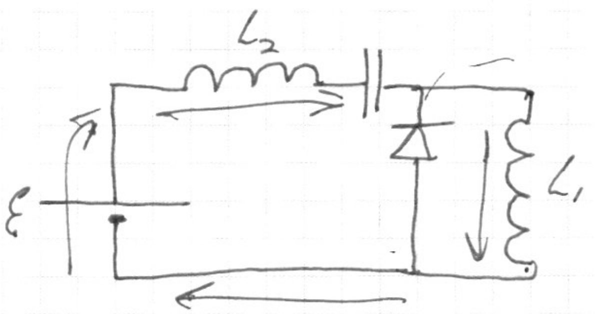


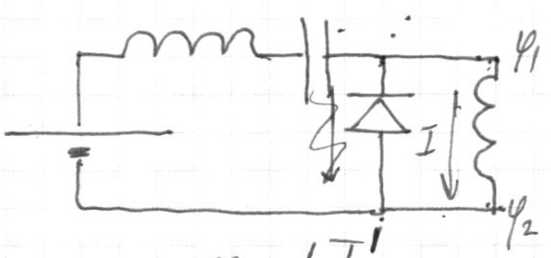
$$\frac{t_1}{6\tau_0}-\frac{1}{6}=\frac{1}{12}$$

$$\frac{t_1}{\tau_0}-1=\frac{1}{2}\Rightarrow t_1=\frac{3}{2}\tau_0$$

$$\frac{\cancel{B}\,\overset{7}{\cancel{770}}}{2\cdot\underset{4}{\cancel{4\tau_0}}}=\frac{7}{8}\qquad \frac{\frac{T_1+T_2}{2}}{T_2}=\frac{7}{8}$$

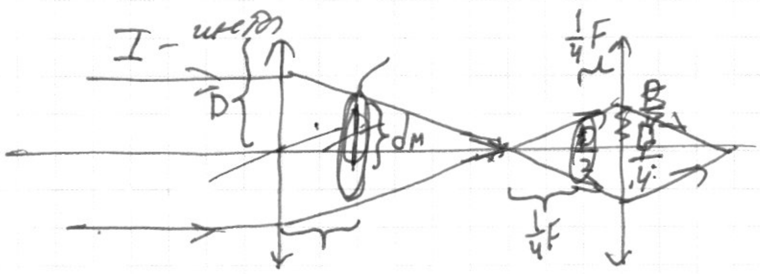
№ 4.





$$\varphi_1-\varphi_2=LI'$$

№ 5



Инт: $\frac{W}{S\Delta t}$

$\cancel{W}$

$$P_1=\frac{W}{\Delta t}$$

$$I_0=KP_1$$

$$I_1=KP_2$$

$$P_0=\frac{W}{\Delta t}$$

$$\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2-d_M^2}{\left(\frac{D}{2}\right)^2}=\frac{8}{9}$$

$$P_0=\frac{W}{\Delta t}\cdot\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2\cdot\pi}{4}$$

$$1-\frac{4d_M^2}{D^2}=\frac{8}{9}$$

$$P_1=\frac{W}{\Delta t}\cdot\left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2\pi}{4}-\frac{d_M^2\pi}{4}\right)$$

$$\frac{d_M}{D}=$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

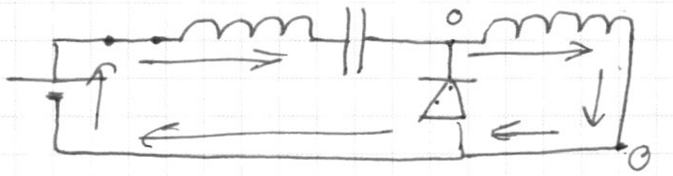
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

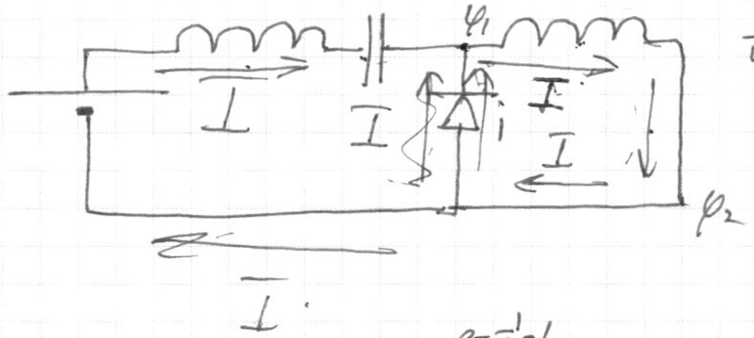
ШИФР
(заполняется секретарём)

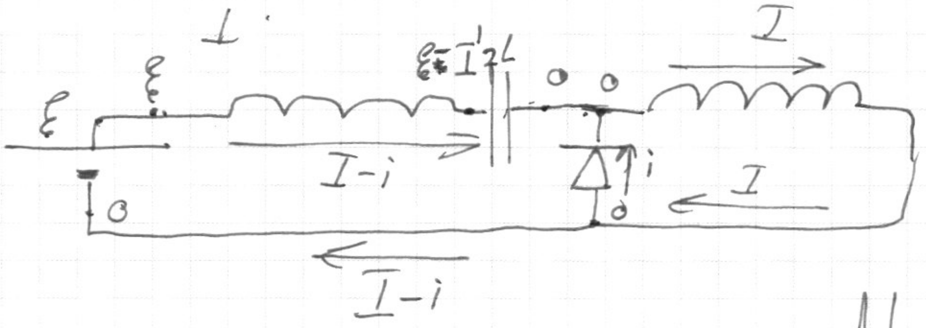
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

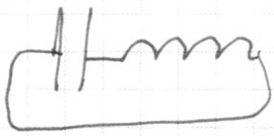
№ 4



$\frac{T}{4} = 2\pi\sqrt{5LC}$







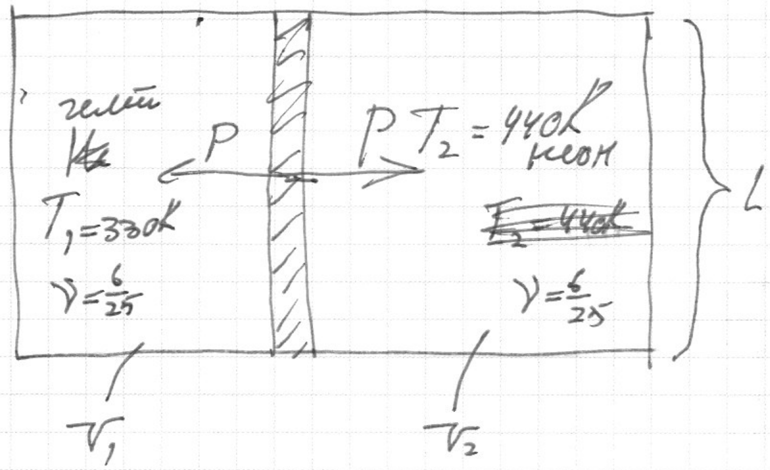
$2L I' + \mathcal{E} = U$

$I = CU' = (-2LCI' + \mathcal{E})'$

$I + 2LCI''$ $\qquad T = \sqrt{2LC}$

$36+2\cdot6\cdot11\cdot\frac{\sqrt{5}}{3}-144+2\cdot$

~2



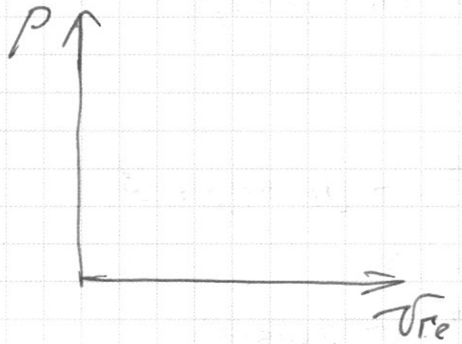
$pV_1=\nu RT_1$ $\qquad$ $pV_2=\nu RT_2$

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{440}{330}=\frac{44}{33}=\frac{4}{3}$$

2)
$$Q=\Delta U_{He}+A_{He}$$
$$-Q=\Delta U_{неон}+A_{неон}$$

$$\delta A=pdS \Rightarrow A=\Sigma pdS=\Sigma p\frac{dV_{He}}{L}L=\Sigma pdV_{He}$$

$$dS=\frac{dV_{He}}{L} \longrightarrow pdV_{He}$$



$$\delta Q=\frac{3}{2}\nu RdT+pdV=\frac{3}{2}\nu RdT+\frac{\nu RT}{V}dV$$

$$\frac{5}{4}\cdot\frac{6}{25}\cdot8{,}31\cdot110=\frac{3}{10}\cdot8{,}31\cdot110=33\cdot8{,}31$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\ 33 \\ \hline 2493 \\ 2493\ \\ \hline 274{,}23 \end{array}$$

274,23 Дж

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

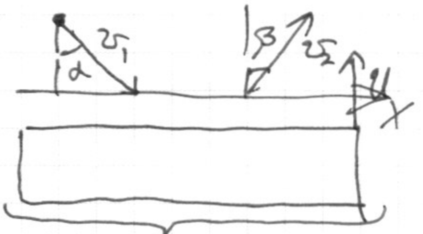
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



СО Земли

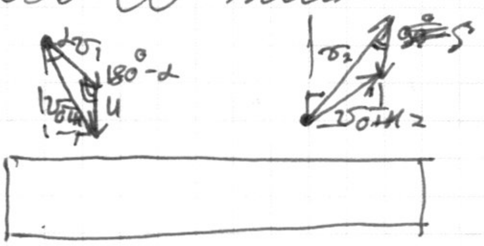
$v_1 \sin\alpha = 4$ м/с $\qquad v_1 = 6$ м/с

$v_2 \sin\beta = v_2 \cdot \frac{1}{3}$

ЗСИ: $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = 12$ м/с

ЗСЭ в СО плиты: $v_{отн_1}^2 = v_1^2 + u^2 + 2\cdot v_1 \cdot u \cdot (+\cos\alpha)$

$v_{отн_2}^2 = v_2^2 + u^2 - 2 v_1 \cdot u \cos\beta$



$v_{отн_1}^2 = v_1^2 + u^2 - v_1 \cdot u \cos(180° - \alpha) = v_1^2 + u^2 + \cos\alpha\, v_1 u$

$v_{отн_2}^2 = u^2 + v_2^2 - v_2 u \cos\beta$

ЗСЭ: $\cancel{v_1^2} + \cancel{u^2} + \cos\alpha\, v_1 u = \cancel{u^2} + \cancel{v_2^2} - v_2 u \cos\beta + Q$

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

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

36 + 2·

$\frac{\cancel{m}}{\cancel{2}}(v_1^2 + 2 v_1 u \cos\alpha - v_2^2 + 2 v_2 u \cos\beta) > 0$

$\overset{6\;3}{\cancel{36}} + \cancel{2} \cdot \cancel{6} \cdot u \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} - \overset{12\;24}{\cancel{144}} + \cancel{2} \cdot \cancel{6} \cdot u \cdot \frac{2\sqrt{8}}{3} > 0 \quad |:6 \quad |:2$

$u\left(\frac{\sqrt{5}}{3} + \frac{\sqrt{8}}{3}\right) > 9 \Rightarrow u > \frac{27}{2\sqrt{8} + \sqrt{5}}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)