Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

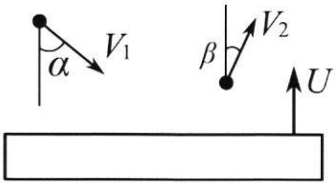
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 18$ 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



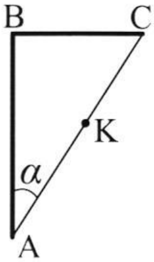
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона $T_1 = 320$ К, а криптона $T_2 = 400$ 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 аргона и криптона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

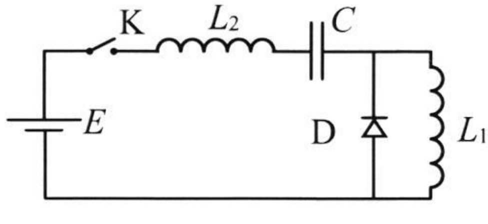
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

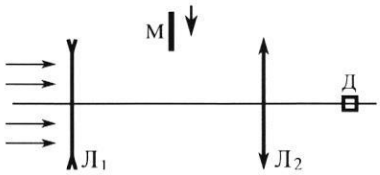
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

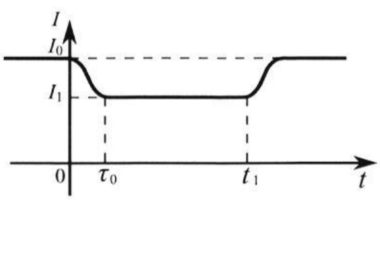
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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 $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. 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 F_0 от $Л_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

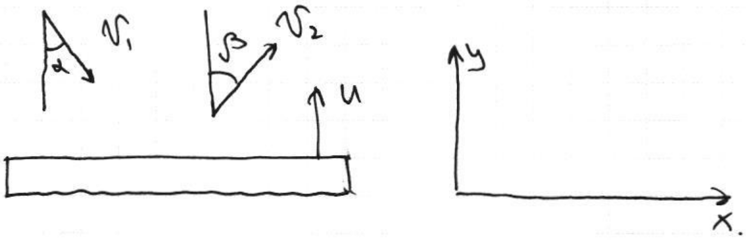
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:
$u = const$
$V_1 = 18 \frac{м}{с}$
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$
$\sin\beta = \frac{3}{5}$

$V_2 - ?$
$u - ?$

№1. Решение.



1) За время удара на шарик вдоль оси O'x не действуют никакие силы. Значит импульс вдоль оси O'x сохраняется:

$m V_{1x} = m V_{2x}$; $m V_1 \cdot \sin\alpha = m V_2 \cdot \sin\beta$

$V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \cdot \sin\beta$

$\boxed{V_2 = \frac{V_1 \cdot \sin\alpha}{\sin\beta}}$; $V_2 = \frac{18 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = \frac{18 \cdot 10}{9} = 20 \frac{м}{с}$.

2). Рассмотрим время удара. При соприкосновении с плитой, ~~б~~ силой реакции опоры будет совершаться работа. Если перейти в ИСО плиты, то работа силы реакции опоры будет равна нулю, поскольку плита в этой ИСО не двигается. ~~Z~~ Тогда для ИСО плиты $A_{вн} = 0$; $E_{k1} = E_{k2}$.

$$\frac{m v_{отн1}^2}{2} = \frac{m v_{отн2}^2}{2}; \quad v_{отн1}^2 = v_{отн2}^2; \quad \cancel{v_{отн1} = v_{отн2}} \quad \cancel{v_{отн1} = -v_{отн2}}$$

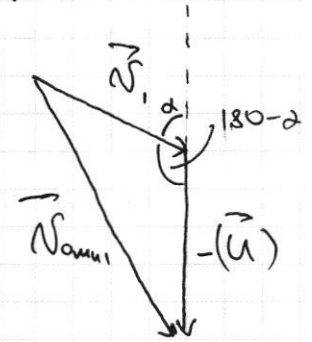
По закону сложения скоростей:

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн}; \quad \vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$$

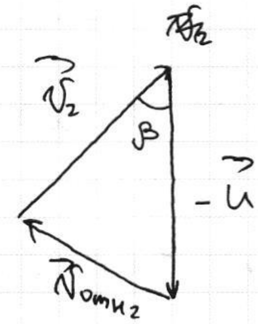
$\vec{v}_1$: $\vec{v}_{отн1} = \vec{v}_1 - \vec{u}$

$\vec{v}_2$ $\vec{v}_{отн2} = \vec{v}_2 - \vec{u}$

v_1:



v_2:



По Th. косинусов.

$$v_{отн1}^2 = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cdot \cos(180-\alpha)$$

$$v_{отн2}^2 = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cdot \cos\beta$$

Т.к. $v_{отн1}^2 = v_{отн2}^2$:

$$v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cdot \underbrace{\cos(180-\alpha)}_{-\cos\alpha} = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cdot \cos\beta$$

$$v_1^2 + 2v_1 u \cdot \cos\alpha = v_2^2 - 2v_2 u \cdot \cos\beta$$

$$2v_1 u \cdot \cos\alpha + 2v_2 u \cdot \cos\beta = v_2^2 - v_1^2$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$ (+ т.к. угол ~~уго~~ острый)

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

$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$$u = \frac{20^2-18^2}{2\left(18\cdot\frac{\sqrt{5}}{3}+20\cdot\frac{4}{5}\right)} = \frac{76}{2(6\sqrt{5}+16)} = \frac{38}{6\sqrt{5}+16} = \frac{19}{3\sqrt{5}+8}\ \frac{м}{с}.$$

Ответ: 1) $20\ \frac{м}{с}$; 2) $\frac{19}{3\sqrt{5}+8}\ \frac{м}{с}$.

N.2.

Дано:

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

$T_1 = 320 K$

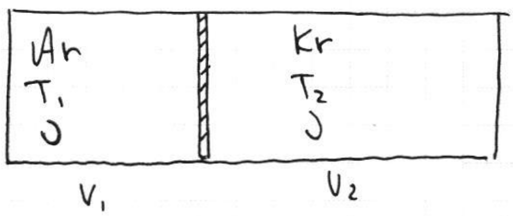
$T_2 = 400 K$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ – ?

2) $T_{уст}$ – ?

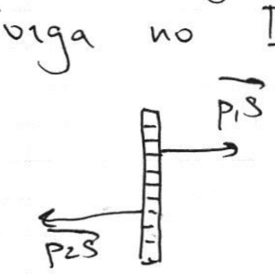
3) Q – ?

Решение:



1) Рассмотрим поршень. В условии сказано, что ~~то~~ он двигался медленно $\Rightarrow a = 0$

Тогда по II з.Н.: $\vec{p_1 S} + \vec{p_2 S} = 0$



x: $p_1 S - p_2 S = 0$

$p_1 = p_2 = const$ в любой момент времени

2) В начальном состоянии:

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$ $\quad \Big| : \quad (p_1 = p_2)$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \cancel{\ } \frac{32}{40} = \cancel{\frac{16}{20}} \frac{8}{10} = 0{,}8$$

$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8}$; $\quad V_1 = 0{,}8 V_2$.

$V_{общ} = V_1 + V_2 = V_2 + 0{,}8 V_2 = 1{,}8 V_2$

3) В конечном состоянии.

$p_1' V_1' = \nu R T_{уст}$

$p_2' V_2' = \nu R T_{уст}$ $\quad \Big| : \quad (p_1' = p_2')$

$\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_{уст}}{T_{уст}}$; $\quad V_1' = V_2'$

$V_1' + V_2' = V_{общ}$.

$V_1' + V_2' = 1{,}8 V_2$

$2 V_2' = 1{,}8 V_2$

$V_2' = 0{,}9 V_2$.

Т.к. $\quad p_2 = const$ (процесс изобарный)

$\frac{V}{T} = const$; $\quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_2'}{T_{уст}}$

$$T_{уст} = \frac{V_2'}{V_2} T_2 = \frac{0{,}9 \cancel{V_2}}{\cancel{V_2}} T_2 = 0{,}9 T_2 = 0{,}9 \cdot 400 =$$

$= 360$ К

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Кол-во теплоты переданное аргону:
Т.к. процесс изобарный, то ~~на~~ молярная теплоемкость: $C_p = C_v + R$;

$C_p = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R.$

$Q = C_p \nu \Delta T$

$Q = \frac{5}{2} R \cdot \nu \, (T_{уст} - T_1)$

$Q = \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{3}{5} \cdot (360 - 320) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 40 \cdot 8{,}31 =$

$= \frac{3}{2} \cdot 40 \cdot 8{,}31 = 60 \cdot 8{,}31 = 498{,}6$ Дж

Ответ: 1) 0,8 2) 360 K 3) 498,6 Дж

N.5.

Дано

$Л_1: -2F_0$

$Л_2: F_0$

$\rho(Л_1, Л_2) = 2F_0$

D - диаметр линз.

$\rho(Л_1, M) = F_0$

$I_1 = 7I_0/16$

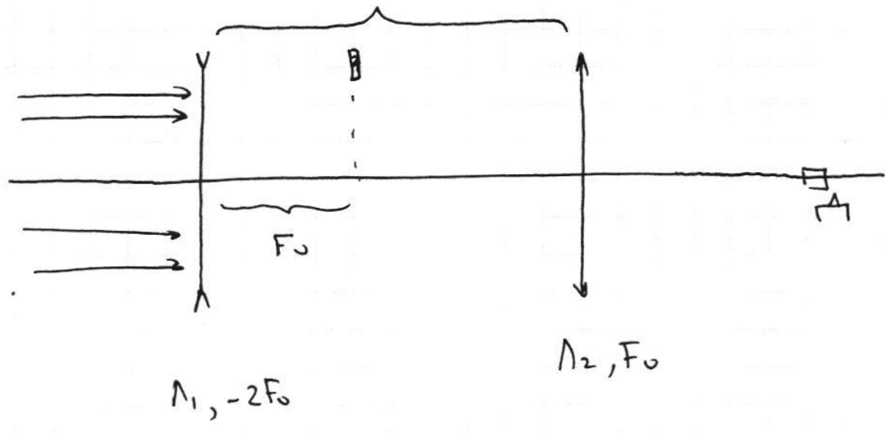
1) $\rho(Л_2, Д)$ - ?

2) v - ?

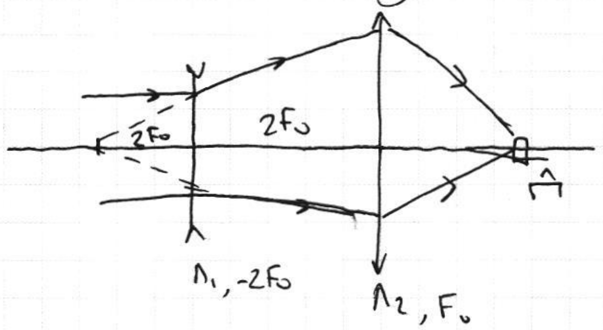
3) t_1 - ?

$(F_0), (D), (\tau_0)$

Решение:



1) Линза 1: лучи падают $\parallel$ главной оптической оси, ~~значит~~ линза ~~собирающая~~ рассеивающая. Значит продолжения расходящихся лучей сойдутся слева от линзы на ее фокусном расстоянии.



Тогда для линзы 2:

$d = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$

Для собирающей линзы $(d > F)$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad ; \quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F_0 \cdot 4F_0}{4F_0 - F_0} = \frac{4F_0}{3}$$

Расстояние между $Л_2$ и $Д$ равно $f = \frac{4}{3}F_0$

2) Рассмотрим движение мишени

$0 - \tau_0$ – мишень только попадает под лучи

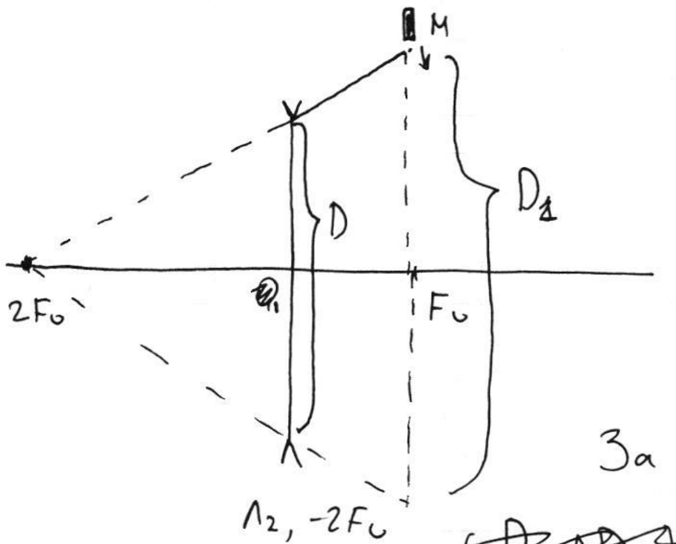
$\tau_0 - t_1$ – мишень полностью находится в лучах.

I_0 – ток, когда мишень вне лучей

$I_1 = 7\frac{I_0}{16}$ – ток, когда мишень полностью в лучах.

Ток ~~прямо~~ пропорционален мощности падающего света $\Rightarrow$ прямопропорционален ~~площади~~ ширине неперекрытых лучей в плоскости, где мишень пересекает свет. $\Delta I \sim \Delta D$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Из подобия Δ:

$$\frac{D}{2F_0} = \frac{D_1}{3F_0}$$

$$D_1 = \frac{3}{2}D.$$

За время τ_0 мишень перекрывает $(D_1 - \Delta D)$

~~$(D_1 - \Delta D_1)$~~

$I \sim D_1$; $\Delta I \sim \Delta D_1$

$$\frac{I_0 - I_1}{I_0} = \frac{D_1 - \Delta D_1}{D}$$

$$\frac{I_0 - \frac{7}{16}I_0}{I_0} = \frac{D_1 - \Delta D_1}{D_1}$$

$$\frac{9}{16} = \frac{D_1 - \Delta D_1}{D_1};$$

~~$16D_1 - 16\Delta D_1 = 8D_1$~~

~~$16\Delta D_1 = 8D$~~

~~$\Delta D_1 = \frac{D}{2}$~~

~~$9D_1 = 16D_1 - 16\Delta D_1$~~

~~$16D_1 - 16\Delta D_1 =$~~

~~$16\Delta D_1 = 9D$~~

~~$\Delta D_1 = \frac{7}{16}D$~~

$$D_1 - \Delta D_1 = \frac{9}{16}D_1$$

$$v = \frac{D_1 - \Delta D_1}{\tau_0} = \frac{9}{16}\frac{D_1}{\tau_0} = \frac{9}{16}\cdot\frac{3}{2}\frac{D}{\tau_0} = \frac{27}{32}\frac{D}{\tau_0}$$

t_1 - время, за которое нижний край линзы полностью пересечет лучи в плоскости F_0 от $Л_1$

$$t_1 = \frac{D_1}{v} = \frac{3}{2}D : \frac{27}{32}\frac{D}{\tau_0} = \frac{3}{2}\cdot\frac{32}{27}\tau_0 = \frac{16}{9}\tau_0$$

Ответ: 1) $\cancel{\frac{27}{32}}$ $\frac{4}{3}F_0$ 2) $\frac{27}{32}\frac{D}{\tau_0}$ 3) $\frac{16}{9}\tau_0$

N.3.

Дано:

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

$\cancel{\frac{E_K}{E_\Sigma}}$? $\cancel{\frac{E_{BC}}{E_\Sigma}}$? $\frac{E_\Sigma}{E_{BC}}$ - ?

2) $\sigma_1 = \sigma$

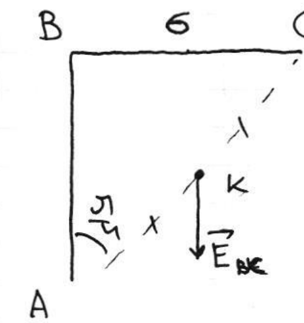
$\sigma_2 = 2\sigma/7$

$\alpha = \frac{\pi}{3}$

E_K - ?

Решение

1) а)

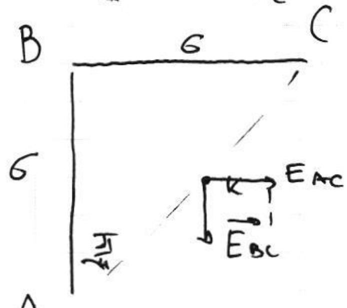


Заряжена только пластина BC.

$\cancel{|\vec{E}_K| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$ $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

б) Заряжена AB и BC.

$$\vec{E}^{\,\prime}_\Sigma = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AC}$$



$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{AC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = E_{BC}$

$BC \perp AB \Rightarrow \vec{E}_{BC} \perp \vec{E}_{AB}$

По Th. пифагора:

$$E_\Sigma^2 = E_{BC}^2 + E_{AC}^2 = E_{BC}^2 + E_{BC}^2 = 2E_{BC}^2$$

$$E_\Sigma = \sqrt{2}\,E_{BC}$$

$$\frac{E_\Sigma}{E_{BC}} = \frac{\sqrt{2}E_{BC}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$$

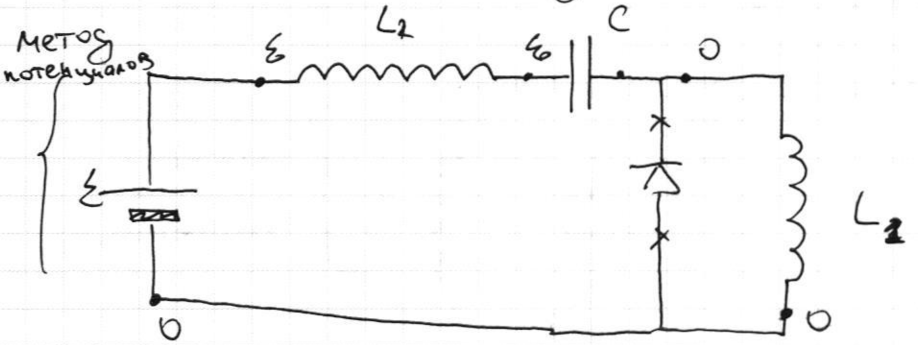
☐ черновик ☑ чистовик Страница №

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

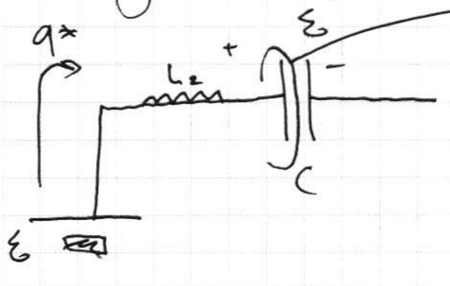
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Рассмотрим цепь, когда ток течет по катушке L_1 и не течет через диод $I_D = 0$ и ток максимален.

Ток на катушке максимален $\Rightarrow U_{L_1} = 0$, $U_{L_2} = 0$



Конденсатор:



заряд: был: $q(0) = 0$

стал: $q = \mathcal{E}C$.

$q^* = \mathcal{E}C$

$A_Б = \mathcal{E}^2 C$

По З.С.Э. $A_Б = \Delta W + \underset{0}{Q}$

$A_Б = W - \underset{0}{W(0)}$; $A_Б = W$

$W = \frac{1}{2} L_2 I_{01}^2 + \frac{1}{2} L_1 I_{01}^2 + \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} L_2 I_{01}^2 + \frac{1}{2} L_1 I_{01}^2 + \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2$

$\frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} I_{01}^2 (L_2 + L_1)$

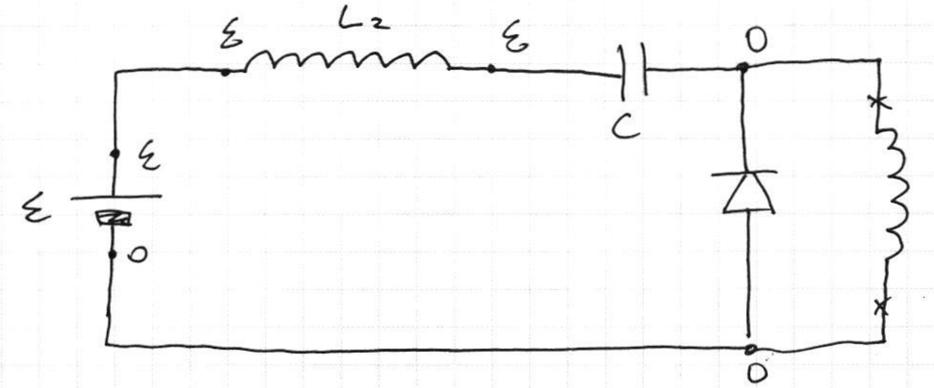
$C\mathcal{E}^2 = I_{01}^2 (L_2 + L_1)$; ~~$C\mathcal{E}^2 = I_{01}^2$~~

$C\mathcal{E}^2 = I_{01}^2 \cdot 9L$

$$I_{01} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

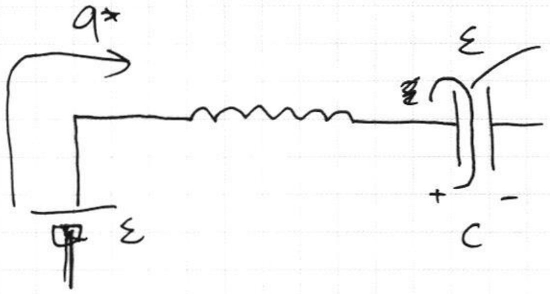
2) Рассмотрим случай, когда ток течет через диод и не течет через катушку L_1 ($I_{L_1} = 0$) и ток в L_2 максимален.

$I_{L_2} = max \Rightarrow U_{L_2} = 0$



метод потенциалов.

Конденсатор:



заряд: был: $q(0) = 0$

стал: $q = C\mathcal{E}$

$q^* = C\mathcal{E}$

$A_Б = \mathcal{E} q^* = C\mathcal{E}^2$

$A_Б = \Delta W + Q$; $Q = 0$; $W(0) = 0$

$A_Б = W$

$W = \frac{1}{2} L_2 I_{02}^2 + \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} L_2 I_{02}^2 + \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2$

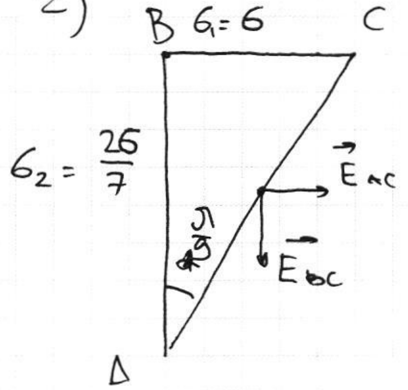
$\frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} L_2 I_{02}^2$; $C\mathcal{E}^2 = L_2 I_{02}^2$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$$E_{AB} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}$$

$$E_{BC} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AC}$$

$$E_\Sigma^2 = E_{BC}^2 + E_{AC}^2 = \frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} =$$

$$= \frac{53\sigma^2}{49 \cdot 4\varepsilon_0^2}$$

$$E_\Sigma = \frac{\sigma\sqrt{53}}{7 \cdot 2\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) $\frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$

N.4.

Дано

$\mathcal{E}$

$L_1 = 5L$

$L_2 = 4L$

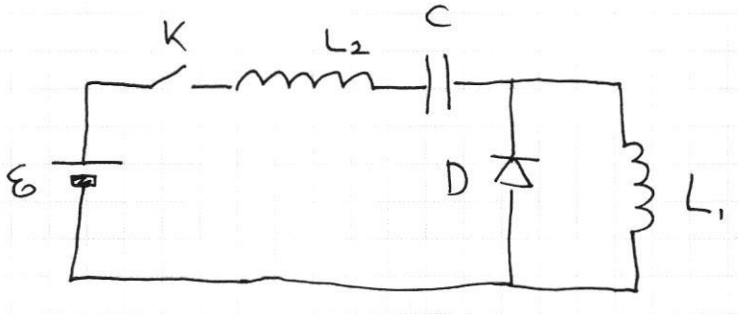
C

1) T - ?

2) I_{01} - ?

3) I_{02} - ?

Решение



1). Рассмотрим колебания в L_2. В моменты, когда ток будет двигаться против источника (~~по~~ через диод), в катушке L_1 тока не будет, т.к. он потечет через диод

как через идеальный проводник.
В момент, когда ток будет течь ~~через~~ по направлению источника, ток не будет течь ~~через~~ через диод, а протечет через катушку L_1.

Таким образом, колебания в L_2 будут состоять из половины периода колебаний с конденсатором C и катушкой L_2, и из половины периода колебаний с конденсатором C и катушками L_1 и L_2

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

$$T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\cdot\sqrt{4LC} = 4\pi\sqrt{LC}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = 2\pi\sqrt{9LC} = 6\pi\sqrt{LC}$$

$$T = \frac{2\pi\sqrt{L_2C} + 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2} = \frac{4\pi\sqrt{LC} + 6\pi\sqrt{LC}}{2} =$$

$$= 5\pi\sqrt{LC}.$$

2) Рассмотрим момент, ~~когда ток течет через L_1 но не течет через ре~~ сразу после замыкания.
Ток на катушках и напряжение на конденсаторе скачком не меняются.

$U_c(0) = 0$ $\quad$ $I_{L_1}(0) = 0$; $I_{L_2}(0) = 0$

$q_c = U_c \cdot C \Rightarrow q_c(0) = 0$; $\quad W(0) = 0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I_{02} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{L_2}} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{4L}} = \frac{\varepsilon}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Ответ: 1) $5\pi\sqrt{LC}$ 2) $\frac{\varepsilon}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ 3) $\frac{\varepsilon}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1.

Дано:

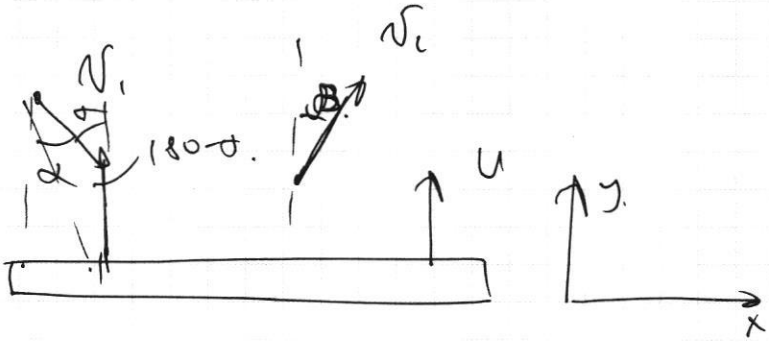
$v_1 = 18\ \frac{м}{с}$

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

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

1) v_2 – ?

2) u – ?



1. Вдоль оси x силы не действуют значит импульс на ось $O'x$ сохраняется.

~~mv_{1x}~~ $mv_{x1} = mv_{x2}$

$v_{x1} = v_{x2}$

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

$v_2 = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = 18 \cdot \frac{10}{9} = 20\ \frac{м}{с}$

~~Решение~~: Перейдем в ИСО плиты.

В ~~и~~ ИСО плиты $A_N = 0$

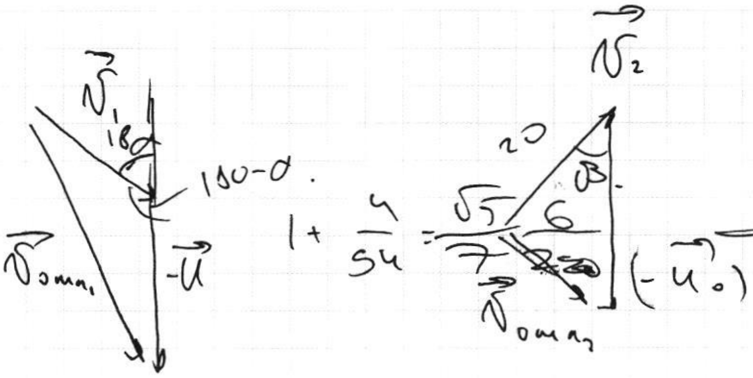
т.е. сохраняется полная ~~кинетическая~~ энергия.

$\frac{mv_{1отн}^2}{2} = \frac{mv_{2отн}^2}{2}$

$v_{1отн}^2 = v_{2отн}^2$; $v_{1отн} = v_{2отн}$.

$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн}$

$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} + (-\vec{v}_{пер})$



$1 + \frac{4}{54}$ $\frac{\sqrt{5}}{7}$

По Th. косинусов.

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

$v_{отн}^2 = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cdot \cos\beta$.

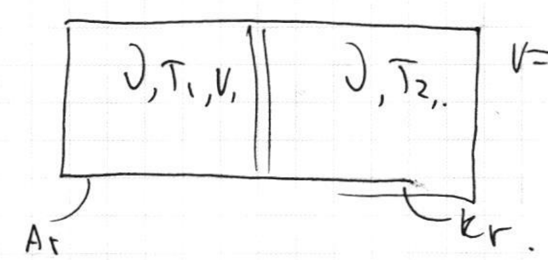
$v_1^2 + \cancel{u^2} - 2v_1 u \cdot \cos(180-\alpha) = v_2^2 + \cancel{u^2} \cancel{-2v_2 u \cdot \cos}\beta$.

$v_1^2 - v_2^2 + 2v_1 u \cdot \cos\alpha + 2v_1 u \cdot \cos\beta = 0$.

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

$mv_{отн1} = mv_{отн.2}$.

$20^2 - 18^2 = (20+18)(20-18) = 38 \cdot 2 = 76$



$V = V_1$ $\frac{V_1}{V_2}$ - ?

$\frac{1}{45} + \frac{1}{4} = \frac{4+49}{49 \cdot 4} = \frac{53}{49 \cdot 4}$

1). По ~~з~~. $pV = \nu RT$

$p = \frac{\nu RT}{V}$

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

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

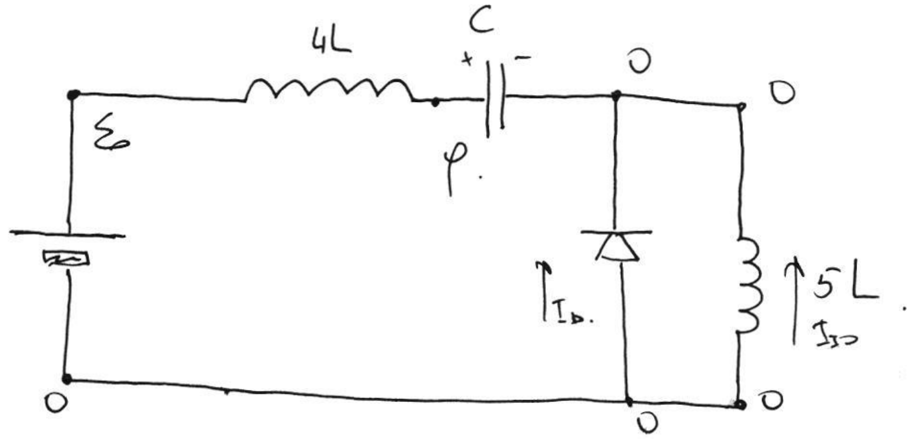
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



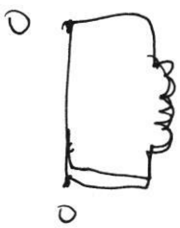
$P = UI$

$\varphi = \mathcal{U}t$

I_{5L} – ? при $I_{5L} = \max$. $U_{5L} = 0$

По З.С.Э:

$A_Б +$



$\mathcal{E}\, 0 = L\,\Delta I$

$\Delta I = 0$

$I = const.$

Когда ток через диод. $I_{5L} = const.$

$I_{4L} = I_D + I_{5L}$

$I_{4L} = I_m \cdot \sin\omega t.$

$\frac{\mathcal{E}\cdot\varphi}{q}$

был 0 стал $+C\varphi$

$= \frac{1}{2} L \cdot I_{4L}^2 + \frac{1}{2} C \cdot \varphi(t)^2 + \frac{1}{2} L \cdot I_{5L}^2$

$C\varphi\mathcal{E} = \frac{1}{2} L \cdot I_{4L}^2 + \frac{1}{2} C\varphi^2 + \frac{1}{2} L I_{5L}^2$

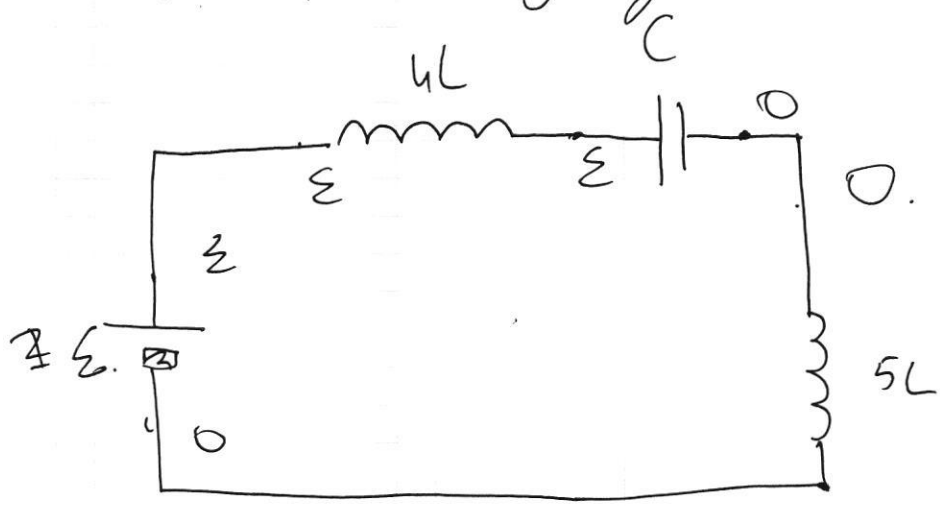
☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

1. Ток против диода.



В момент 5L = min. 4L = max.

$\frac{1}{2} C\varepsilon^2 = 4L \cdot \frac{I_0}{}$

Допустим $p' > p$.

$p_1 = p_2$.

$p'V' = \nu RT'$

$p'(V - V') = \nu RT''$

$Q = 0$

$\Delta U + \Delta U$

$\nu RT_1 = \nu RT_2$

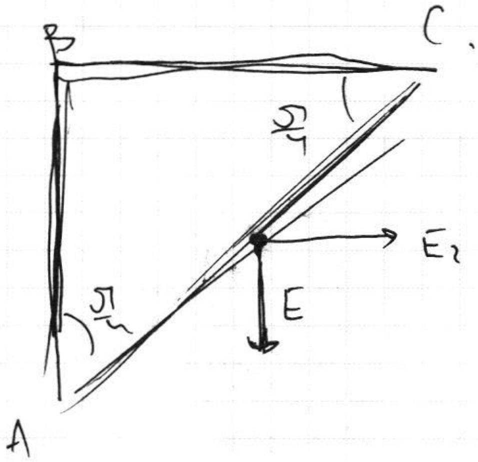
$\frac{V}{V - V'}$

№3:

1) $\sigma = const.$

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

$\frac{E_1}{E_2}$ — ?



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

после зарядки

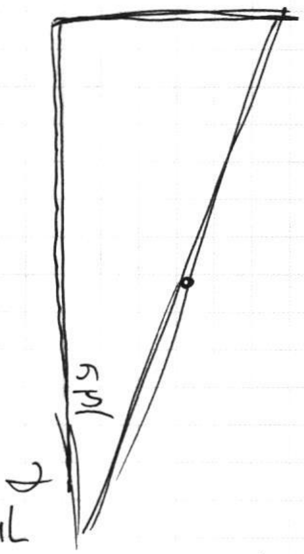
$$E = E_1 + E_2 = \sqrt{2}\, E_1$$

2)

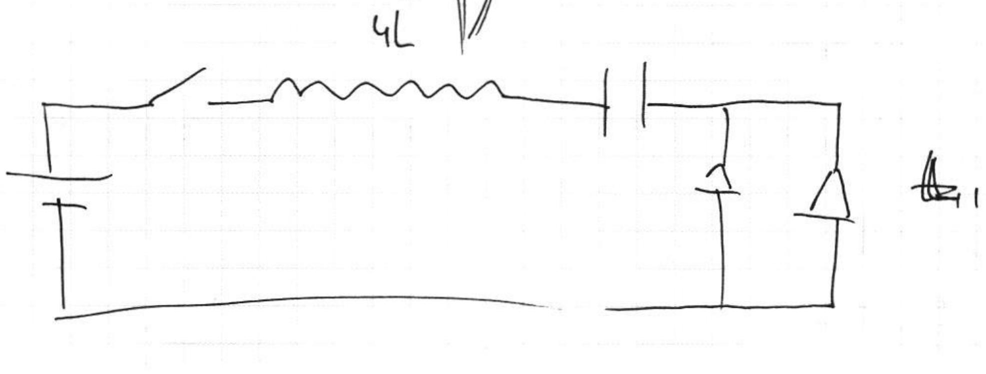
$\sigma_1 = \sigma$

$\sigma_2 = \frac{2\sigma}{7}$

$\alpha = \frac{\pi}{5}.$



$2\pi\ LC$



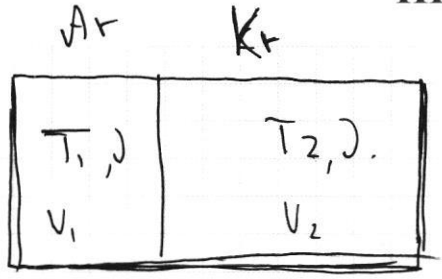
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



В $T_{уст}$.

$\cancel{pV = \nu R T_2}$

$\cancel{T = \frac{pV}{\nu}}$

$pV = \nu RT$

$V = \frac{\nu RT}{p}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{32}{40} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0,8$.

$\frac{V_1}{V_2} = 0,8$; $V_1 = 0,8V_2$.;

$V_{общ} = V_2 + V_1 = V_2 + 0,8V_2 = 1,8V_2$.

$pV = \nu RT$

$p = \frac{T}{V} = const$.

$0,9V_2$.

$\frac{T_{уст}}{V_1} = const$;

$\frac{T_2}{V_2} = \frac{T_{уст}}{0,9V_2}$;

$T_{уст} = 0,9T_2 = 400 \cdot 0,9 = 360$ K.

$\cancel{\Delta Q}$ $Q = \Delta U + A$.

$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$

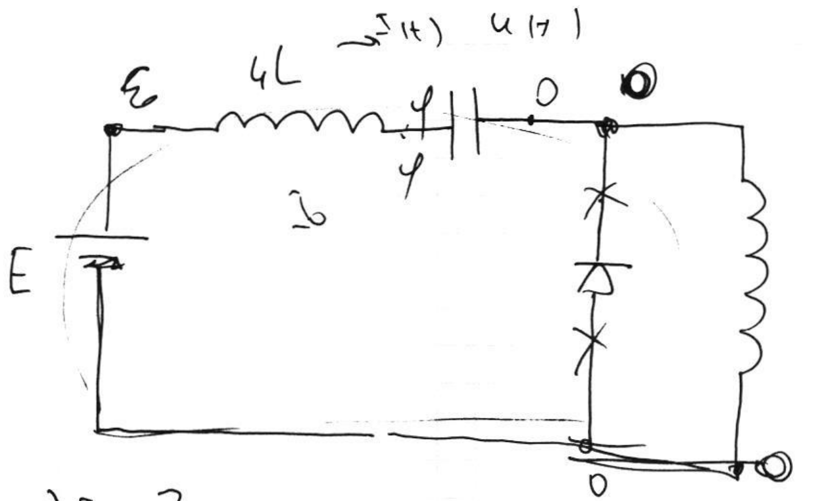
$8,31 \times 60 = 498,6$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



1) I_{01} - ?

I_{01} = макс, $U_{01} = 0$.

$I = C\frac{\Delta u}{\Delta t}$

$U = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$I = C\frac{\Delta u}{\Delta t}$

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

$$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = 2\pi\sqrt{9LC} = 6\pi\sqrt{LC}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{4LC} = 4\pi\sqrt{LC}$$

$$T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{10\pi\sqrt{LC}}{2} = 5\pi\sqrt{LC}.$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \cancel{2\pi}\frac{2}{5\sqrt{LC}} = \frac{0{,}4}{\sqrt{LC}}.$$

$\cancel{I_{max} =}$ $I = I_m(\sin\omega t)$

☐ 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

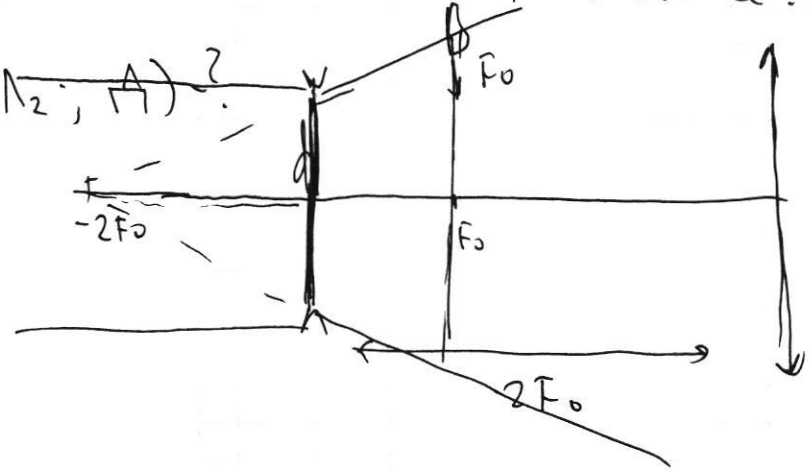
$-2F_0,\ F_0$

Решение:

1) $\rho(\Lambda_2;\ \Lambda)$?

2) V ?

3) t_1 ?



$d = 4F_0$

$\cancel{\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d}}$ $\quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F_0 \cdot 4F_0}{4F_0 - F_0} = \frac{4F_0^2}{3F_0} = \frac{4}{3}F_0$$

$I_1 = \frac{7I_0}{16}.$

t_0

$\cancel{2t}$

$\frac{2F_0}{d} = \frac{3F_0}{d'}$

$d' = \frac{3}{2}d$

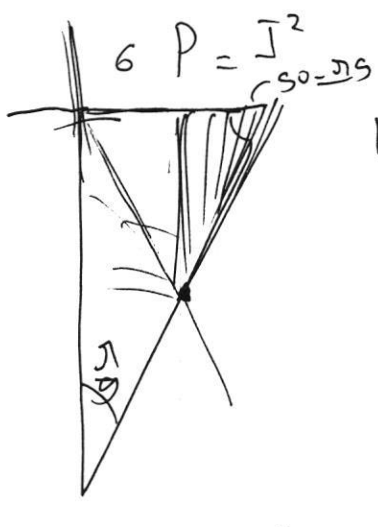
$I \sim P$

$6\ P = I^2$

$\frac{Q}{S} = 6$

$E = \sum_k \frac{kQ_k}{r_k^2}$

τ



☐ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)