Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

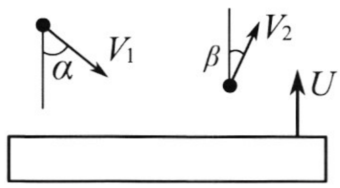
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

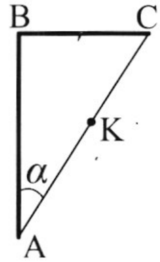
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

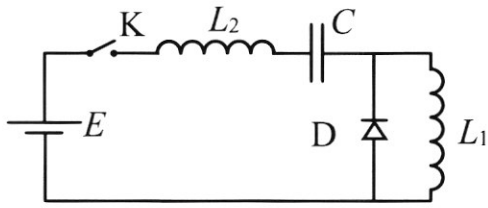
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

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

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

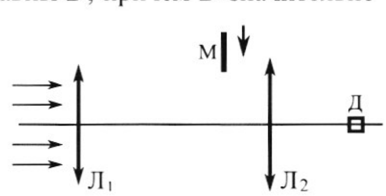


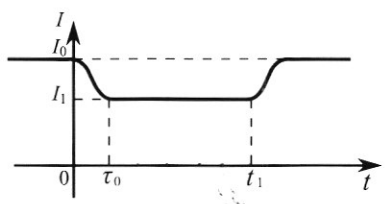
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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

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

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

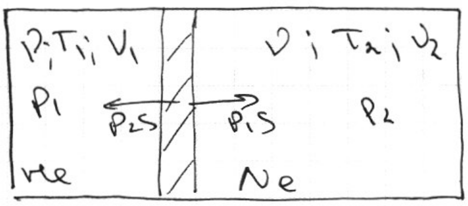
$i = 3$

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

2) $T = ?$

3) $Q = ?$

1) Рассмотрим начальный момент



Т.к поршень движется медленно, то

$p_1S = p_2S$, где S - площадь сечения поршня

p_1 и p_2 - давление He и Ne соответств.

$p_1 = p_2 = p = const$

Изобарный процесс.

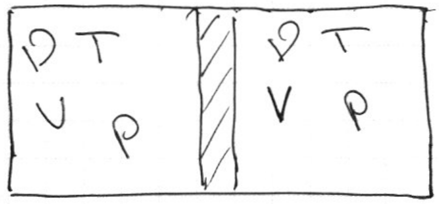
Ур-е Менделеева-Клапейрона:

$p_1V_1 = \nu RT_1$ $\quad pV_1 = \nu RT_1$

$p_2V_2 = \nu RT_2$ $\quad pV_2 = \nu RT_2$ $\quad \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

2) Рассмотрим момент, когда температура выровнялась

$V = \frac{V_1 + V_2}{2}$



Т.к сосуд изолирован, то внутренняя энергия системы не изменялась.

$U = U_1 + U_2$

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

$$T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = \frac{770}{2} K = 385 K$$

I начало термодинамики:

$$Q_{He} = A_{He} + \Delta U_{He}$$

теплота подведенная к гелию от неона; работа гелия; изм. внутр. эн-ии гелия

$$Q = Q_{He} = p(V - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$$

$$Q = \nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$$

$$Q = \frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_1\right) = \frac{5}{2}\nu R \cdot \frac{T_2 - T_1}{2}$$

$$Q = \frac{5}{4}\nu R(T_2 - T_1) = 274{,}23 \text{ Дж}$$

$$Q \approx 274 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

2) $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 385 K$

3) $Q = \frac{5}{4}\nu R(T_2 - T_1) \approx 274$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

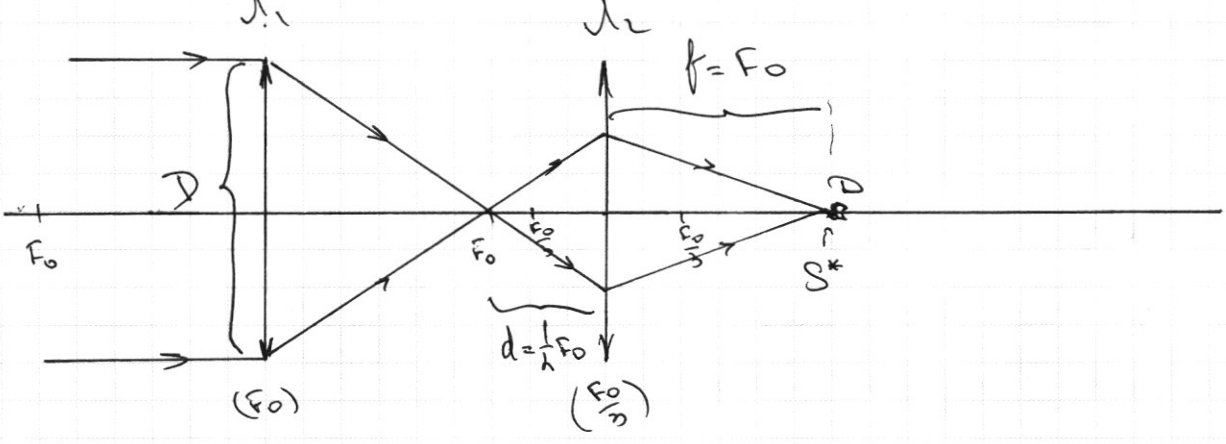
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



1) Параллельный пучок света преломится в $Л_1$ так, чтобы попасть в её фокусе.

S^* – действ. изобр. пучка света в $Л_1$

S^* – действительный предмет для $Л_2$, $d = 1{,}5F_0 - F_0 = 0{,}5F_0$

S^{**} – действ. изобр действит. предмета S^* в $Л_2$

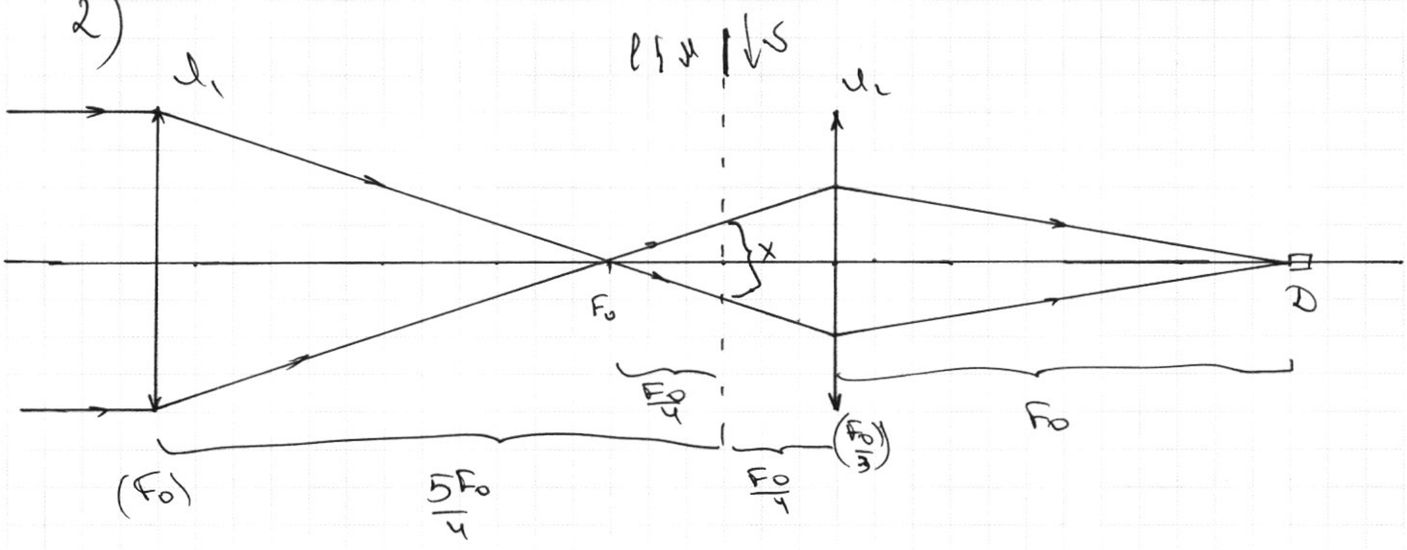
S^{**} – оказывается на детекторе

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0/3}$; $\frac{2}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0} \rightarrow f = F_0$

Расстояние м/у $Л_2$ и D равно F_0

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

2)



На графике $y_0(t)$ промежуток от $t=0$ до $t=\tau_0$ соответствует въезду мишени в пучок света

от $t=\tau_0$ до $t=t_1$ – мишень полностью внутри пучка света

~~от $t=t_1$ до~~

Т.к когда мишень целиком внутри пучка $y_1 = \frac{8y_0}{9}$, то размер мишени l составляет $\frac{1}{9}$ часть от длины поперечного сечения x на расстоянии $\frac{5F_0}{4}$ от $Л_1$

Из подобия Δ: $\frac{D}{F_0} = \frac{x}{F_0/4} \rightarrow x = \frac{D}{4}$

$l = \frac{1}{9}x = \frac{D}{36}$

Рассмотрим въезд:

$l = v \cdot \tau_0$, $v = \frac{l}{\tau_0} = \frac{D}{36\tau_0}$;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) За время ~~($\tau_0 + t_1$)~~ t_1 (время въезда + время внутри пучка) нижний край мишени проходит расстояние x, поэтому

$$\cancel{(\tau_0 + t_1)\cdot v = x} \qquad t_1 \cdot v = x$$

$$\cancel{(\tau_0 + t_1)\cdot \frac{D}{36\tau_0} = \frac{D}{4}} \qquad t_1 \cdot \frac{D}{36\tau_0} = \frac{D}{4}$$

$$\cancel{\tau_0 + t_1 = 9\tau_0} \qquad t_1 = 9\tau_0$$

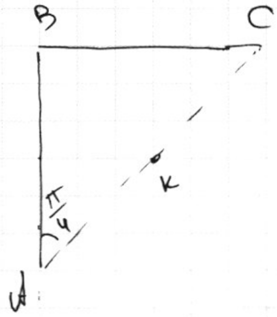
$$\cancel{t_1 = 8\tau_0}$$

Ответ: 1) F_0

2) $v = \frac{D}{36\tau_0}$

3) $9\tau_0$

№3

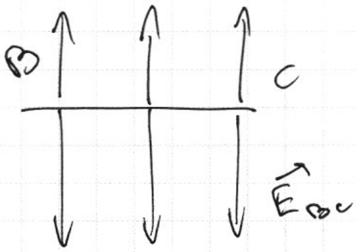
1) 

Поле бесконечной плоской пластины равномерно заряженной с поверхностной плотностью σ однородно и определяется соотношением

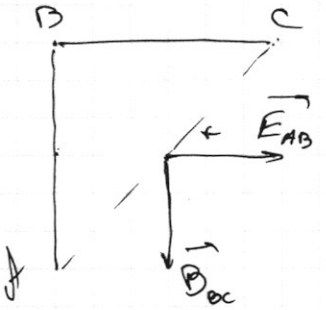
$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Если заряжена только пластина BC, то

$$E_{K_1} = E_{\Sigma_1} = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



Если пластину AB зарядить так же, как и BC, то $E_{AB} = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



по принципу суперпозиции полей:

$$\vec{E}_{K_2} = \vec{E}_{\Sigma_2} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$$

$$E_{K_2} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{E_{K2}}{E_{K1}} = \sqrt{2} \rightarrow \text{увеличится в } \sqrt{2} \text{ раз}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

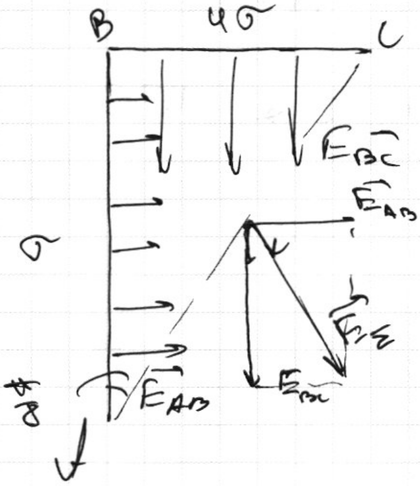
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$E_{BC} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

По принципу суперпозиции полей

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

$$E_\Sigma = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}$$

$$E_\Sigma = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз

2) $\frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№1

$v_1 = 6$ м/с

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

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

1) $v_2 = ?$

2) $u = ?$

1) $\sin\alpha = \frac{2}{3} \rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

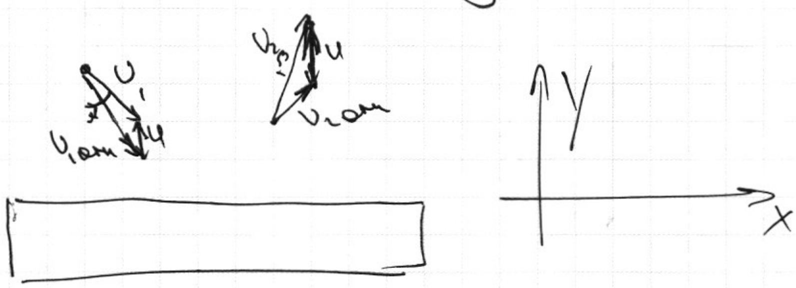
$\sin\beta = \frac{1}{3} \rightarrow \cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

Перейдем в СО плиты

$u = const$, поэтому она ИСО

ЗСС: $\vec{v}_{2} = \vec{v}_{2отн} + \vec{u}$

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{1отн} + \vec{u}$



$\Rightarrow$ ЗСИ: X: $m v_{1отн\,x} = m v_{2отн\,x}$

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

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 2v_1 = 12$ м/с

Если бы удар был упругим, то

$v_{2отн\,y} = -v_{1отн\,y}$, т.к. он

не упругий, то $v_{2отн\,y} < -v_{1отн\,y}$

$v_2\cos\beta - u < v_1\cos\alpha + u$

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

$u > \frac{-6 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} + 12 \text{ м/с} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}}{2}$ ~~$= (\sqrt{5} - 4\sqrt{2})$ м/с~~

$u > (4\sqrt{2} - \sqrt{5})$ м/с

Ответ: 1) 12 м/с; 2) $u > (4\sqrt{2} - \sqrt{5})$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

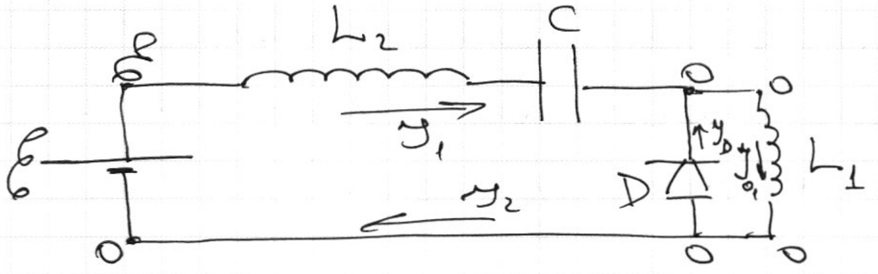
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

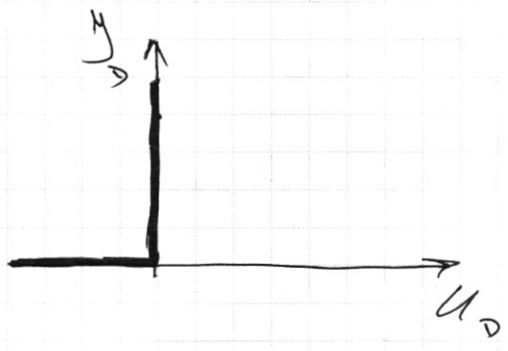
№4

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



Метод потенциалов

1) Рассмотрим момент, когда напр на катушке L_1 $U_{L1}=0$, т.е. через нее потек максимальный ток J_{01}.
Достигнув этого значения, он не будет изменяться, т.к. если бы он уменьшился, то напр на катушке стало бы меньше нуля, а на диоде больше 0, но это невозможно, поскольку диод идеальный и его ВАХ имеет следующий вид



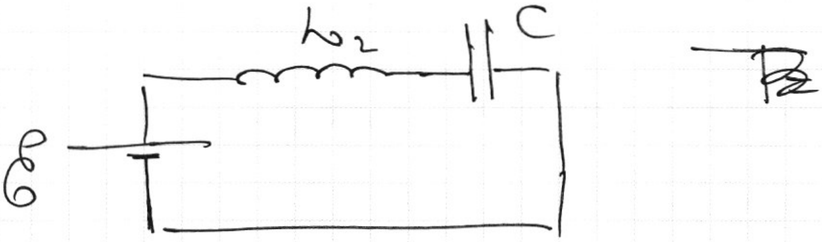
$$\begin{cases} J_D>0, \ U_D=0, \text{ если открыт} \\ J_D=0 \ U_D<0, \text{ если закрыт} \end{cases}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ЗСЗ: $I_1 + I_D = I_{01}$

$I_{01} = I_D + I_2$ $\rightarrow$ $I_1 = I_2$

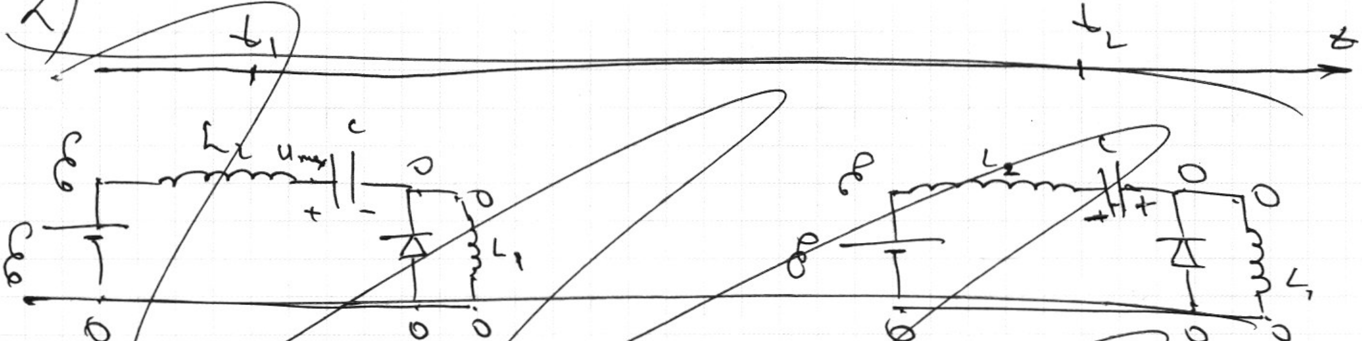
Значит колебательный контур аналогичен следующему (после того как ток по катушке L_1 достиг макс. значение)



По формуле Томсона $T = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$T = 2\pi\sqrt{2LC}$

2)



$I_{L_2}(t_1) = 0$ $\quad$ $I_{L_2}(t_2) = 0$

~~$U(t_1) = U_{max}$~~ $\quad$ $U(t_2) = U_{max}$

До того как ток ч-з катушку L_1 стал максимальным $T^* = 2\pi\sqrt{5LC}$

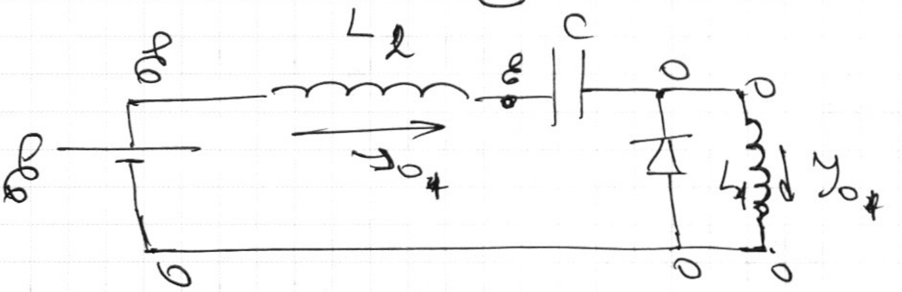
Это продолжалось некоторое конечное время t^*, после период стал $T = 2\pi\sqrt{2LC}$ и не изменился.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Рассмотрим цепь в момент, как только ч-з L_1 потечет ток I_{02}

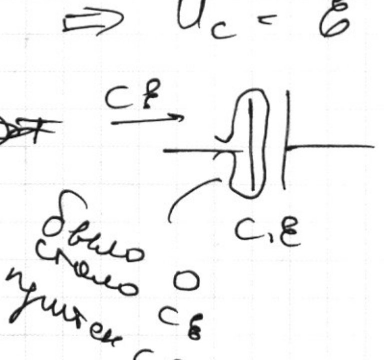


Метод потенциалов

Ток ч-з L_1 только ~~дорос~~ дорос до I_{01}, значит тока ч-з диод еще нет и ток ч-з L_2 также равен I_{01}

Пока ток ч-з диод не тек, ток ч-з все ~~эл-ты~~ эл-ты менялся одинаково, т.е. в этот момент ток ч-з L_2 тоже принимает экстремальное значение $\Rightarrow$ $U_{L_2} = 0 \Rightarrow U_C = \mathcal{E}$

~~ЗСЭ: от~~



ЗСЭ: От момента замыкания ключа до рассматриваемого:

$$A_Б = W(\tau) - W(0)$$

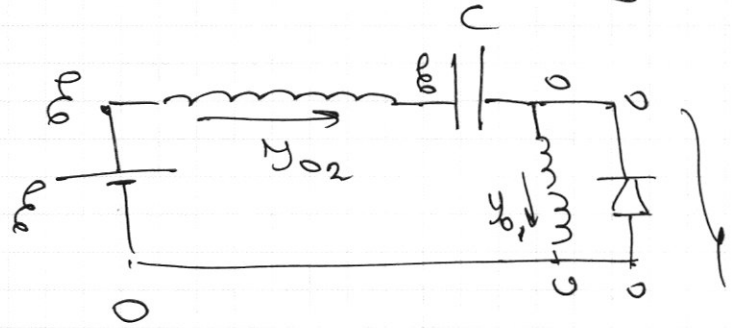
$$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}5L\, I_{01}^2 - 0$$

$$C\mathcal{E}^2 = 5L\, I_{01}^2$$

$$I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$$

3) Если ток через L_2 максимален: $U_{L_2} = L I'_{L_2} = 0$

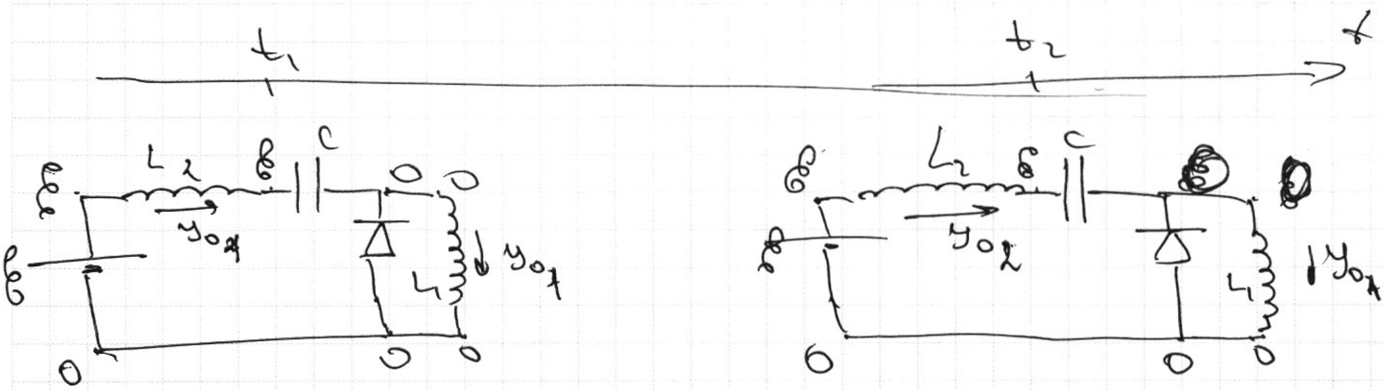
$U_{L_1} = 0$



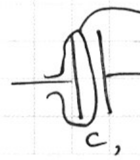
метод потенциалов

~~$A_Б = \mathcal{E} \cdot C\mathcal{E} = C\mathcal{E}^2$~~

Рассмотрим процесс от момента как только ток ч-з L_1 стал равным I_{01} до момента как ток ч-з L_2 стал равным I_{02}



$A_Б = \mathcal{E} \cdot 0 = 0$



было $+C\mathcal{E}$
стало $+C\mathcal{E}$
протек 0.

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 12
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$W(t_1) = \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2} L_1 y_{01}^2 + \frac{1}{2} L_2 y_{01}^2$$

$$W(t_2) = \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2} L_1 y_{01}^2 + \frac{1}{2} L_2 y_{02}^2$$

$$A_B = W(t_2) - W(t_1)$$

$$W(t_2) = W(t_1)$$

$$y_{02} = y_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$$

Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{2LC}$

2) $y_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$

3) $y_{02} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\,\mathcal{E}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

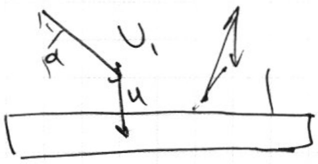
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

СО плиты



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

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \frac{2/3}{1/3} =$

$= 12$ м/с

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

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

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

$2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$

$\cancel{2u}\ u = \cancel{\frac{1}{2}(12 \cdot}$

$\cancel{\frac{8}{4}} \cdot \cancel{\frac{8}{24}} \cdot 8{,}31 \cdot 11\cancel{0}$

$u = \frac{1}{2}\left(12 \cdot \frac{\sqrt5}{3} - 6 \cdot \frac{2\sqrt2}{3}\right) =$

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

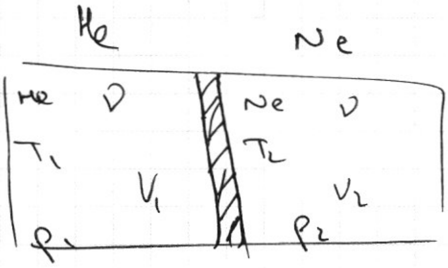
$= \frac{1}{2}\left(6\sqrt5 - 4\sqrt2\right) = \left(3\sqrt5 - 2\sqrt2\right)$ м/с

2

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330$

$T_2 = 440$



$p_1 = p_2$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2 \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

$p_1 = \nu R \frac{T_1}{V_1}$

$U_1 = \frac{3}{2}\nu R T_1 ; U_2 = \frac{3}{2}\nu R T_2$

$p_2 = \nu R \frac{T_2}{V_2}$

$U_\Sigma = \frac{3}{2} 2\nu R T ; \cancel{3\nu} R T = \frac{3}{2}\cancel{\nu R} T_1 + \frac{3}{2}\cancel{\nu R} T_2$

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

$Q_{Ne} = A_{Ne} + \Delta U_{Ne}$

$p = \frac{\nu R (T_1+T_2)/2}{(V_1+V_2)/2} =$

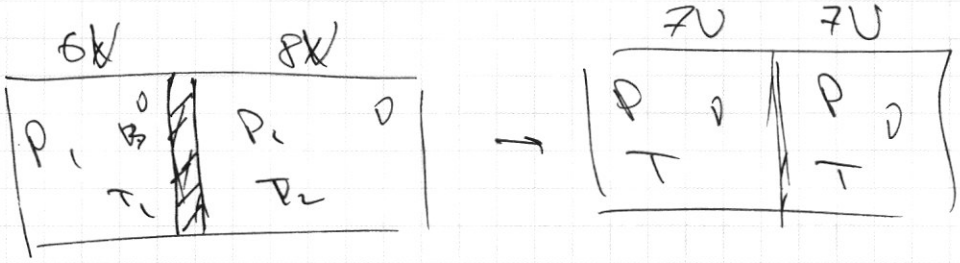
$= \nu R \frac{T_1+T_2}{V_1+V_2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$pV = \nu R T$

$p_1 \cdot 6V = \nu R T_1$ $_{=3\cdot 110}$

$p_2 \cdot 8V = \nu R T_2$ $_{=4\cdot 110}$

$p \cdot 7V = \nu R \cdot 385\,K$

$p = p_1 = p_2$

$\frac{385}{7} = 55\,K$ | $p_1 = \frac{\nu R T}{6V}$

$p = \frac{\nu R (T_1+T_2)}{V_1+V_2}$

$\frac{110}{2} = 55\,k$

$$\frac{T_1+T_2}{V_1+V_2} = \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$$

$T_1 V_2 = T_2 V_1$ $\qquad \frac{T_1 V_1 + \cancel{T_2 V_1}}{} (V) = T_1 V_1 + \cancel{T_1} V_2$

$p = const$

$3 \cdot 8{,}31 = 24{,}9\,B$

$A = p \cdot V$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{3}{2}(7pV - 6pV)$

$Q = pV + \frac{3}{2} \cdot pV = \frac{5}{2} pV = \frac{5}{2} \cdot \nu R \Delta T =$

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

$\frac{5}{2} \cdot 6 \cdot 8{,}31 \cdot \frac{110}{2}$

получено газом

Ответ: 1) $\frac{3}{4}$; 2) $\frac{T_1+T_2}{2} = 385\,K$; 3) $\frac{5}{2} \nu R \frac{T_2-T_1}{2} =$

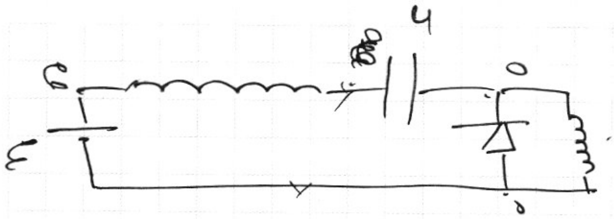
$\frac{3 \cdot 8{,}31 \cdot 55}{5} = 3 \cdot 8{,}31 \cdot 11$

$8{,}31 \cdot 11 = 91{,}41$ $\qquad 91{,}41 \cdot 3 = 274{,}23$

274,23 Дж

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$$\mathcal{E} C U = \frac{1}{2} C U^2 + \frac{1}{2} \cdot 3L \cdot \frac{C}{5L} \mathcal{E}^2$$

$$\mathcal{E} U = \frac{U^2}{2} + \frac{3}{10} \mathcal{E}^2$$

$$5U^2 - 10\mathcal{E}U + 3\mathcal{E}^2 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 25 - 15 = 10$$

$$U = \frac{5 \pm \sqrt{10}}{5} \mathcal{E}$$

$$U = 1 + \sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$U = 1 - \sqrt{\frac{2}{5}}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

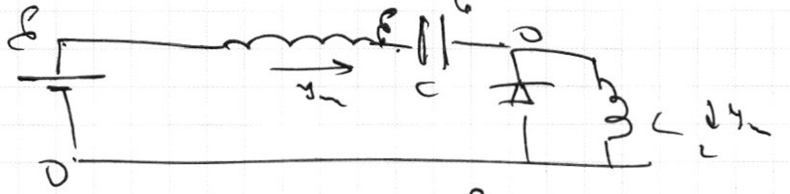
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Цепь сраз кон только на L_2 I_{max}

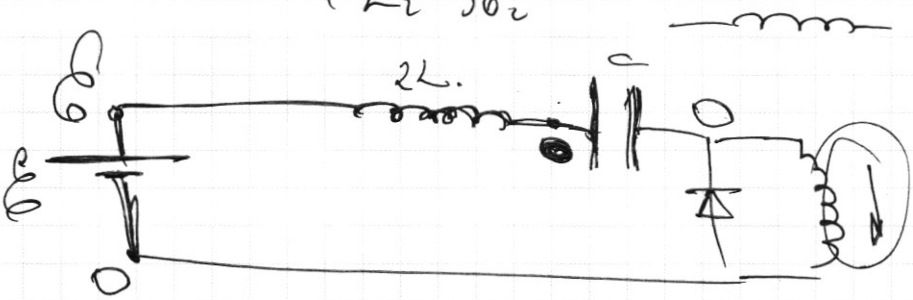


$U_C = \mathcal{E}.$

$W(0) = 0$

$W(t^*) = \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2} L_1 I_{01}^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2$

$C\mathcal{E}^2 = L_1 I_{02}^2 + L_2 I_{02}^2$

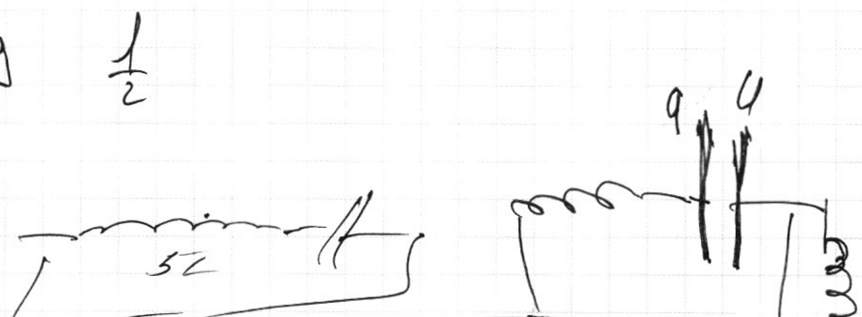


$U = \frac{q^2}{C}$ $W = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

$A = CU\mathcal{E} = \frac{q\mathcal{E}}{C}$

$I_{max} \Rightarrow I_C = 0$

$2L \to I$ $\frac{1}{2}$



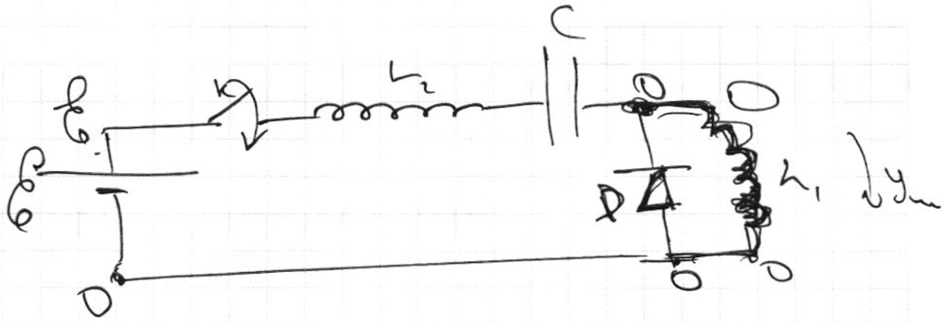
$\mathcal{E} CU = \frac{1}{2} CU^2 +$

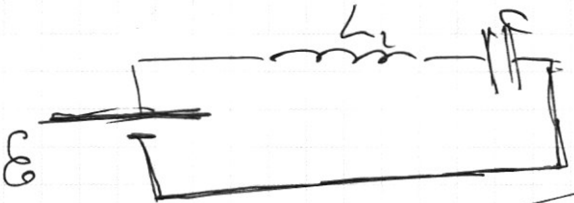
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)





$T = 2\pi\sqrt{LC}$

$I = 0 \quad U = U_{max}$

ЗЭ1

$C U_m \mathcal{E} = \frac{1}{2} C U_m^2 + \frac{1}{2} L_1 I_m^2$

$U = 0 \quad I = I_m$

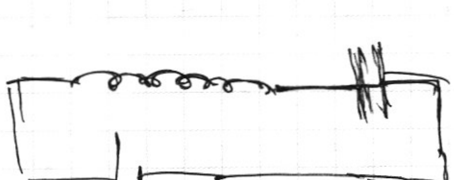
$0 = \frac{1}{2} L_2 I^2 + \frac{1}{2} L_1 I_{m1}^2$

$I = C U_C'$ $\qquad$ $U_L = L I'$

$U_C + U_L = \mathcal{E}$

Если $I = I_{max}$
$U_L = 0$
$U_C = \mathcal{E}$

$U_C = U_{max}$
$I = 0$



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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

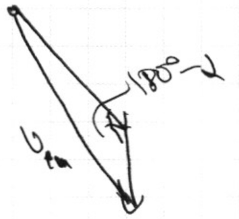
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{1отн}^2 = v_1^2 + v_0^2 + 2v_1 v_0 \cos\alpha$$



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

$$v_{1отн}^2 - v_{2отн}^2 = v_1^2 - v_2^2 +$$
$$+ 2u\left(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta\right) > 0$$

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

$$u > \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)} = \frac{144 - 36}{2\left(6\cdot\frac{\sqrt5}{3} + 12\cdot\frac{2\sqrt2}{3}\right)}$$

$$= \frac{108}{2(2\sqrt5 + 8\sqrt2)} = \frac{54}{2\sqrt5 + 8\sqrt2} = \frac{27}{\sqrt5 + 4\sqrt2} \approx 2{,}5$$

$$u > \frac{27}{\sqrt5 + 4\sqrt2}; \quad v_1\cos\alpha + u > v_2\cos\beta - u$$

$$u > \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2}$$

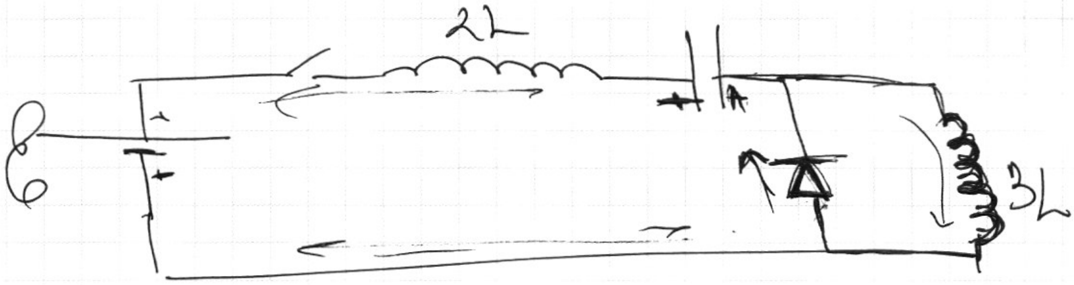
$$= \frac{12\cdot\frac{2\sqrt2}{3} - 6\cdot\frac{\sqrt5}{3}}{2} = \frac{(8\sqrt2 - 2\sqrt5)}{2} \approx \cancel{7}\ 3{,}5$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



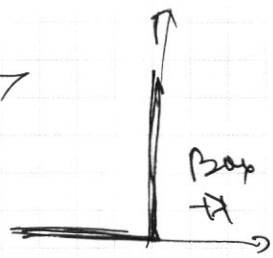
0 – $\frac{T}{2}$ (зарядка C) диод закрыт

$T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$

$\frac{T}{2}$ – T – (разрядка +−) диод открыт

$T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

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



$I_{01} = I_{0\,max}$

$I_1 + i = I_{01}$

$I_2 = I_{01} - i = I_1 + i - i = I_1$

$T = 2\pi\sqrt{2LC}$

$W_{3L} = \frac{1}{2} 3L I_{01}^2$

$U_{2L} = 0$ $\cancel{\frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 \quad C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2} 3L I_{01}^2}$

$\cancel{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L} - I_{01}^2 \quad I_{01} = \sqrt{\frac{C}{3L}}\,\mathcal{E}}$

$\Rightarrow I_2 = I_{02\,max}$ $\quad C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} 2L I_{02}^2 + \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2} L I_{02}^2$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

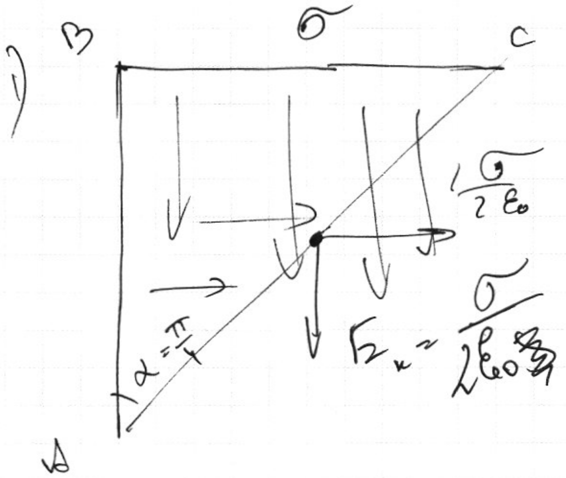
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



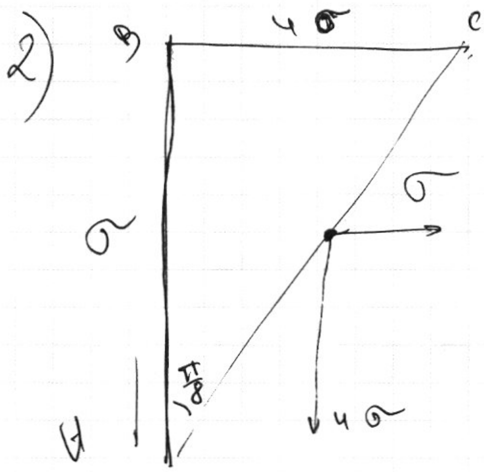
$$E_\Sigma = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

увели в $\sqrt{2}$ раз

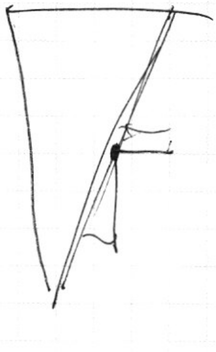
~~Поле и-тины~~

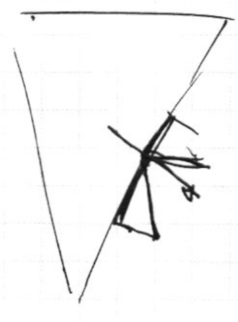
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ не зависит от l

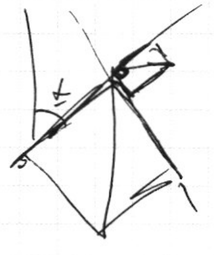
2)



$$\frac{\sqrt{1+16}\,\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{17\,\sigma}{2\varepsilon_0}$$







☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

① Удар ~~неупругий~~

СО

~~при~~ при упругом ударе

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

т.к. удар неупругий, то

$$v_1 \cos\alpha + u < v_2 \cos\beta - u$$

ЗСИ $m(v_1+u)$ ЗСИ, при упр ударе

$$\cancel{m(v_1 \cos\alpha + u)} \; \cancel{(v_2 \cos\alpha - u)}$$

$$-N\Delta t = m(-v_2 \cos\beta + u) - m(v_1 \cos\alpha + u)$$

$$= m(v_1 \cos\alpha - v_2 \cos\beta) \leq 0$$

$$v_1 \cos\alpha \leq v_2 \cos\beta$$

mv_{1x} ЗСИ в СО плиты

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

$$v_{1отн}^2 - v_{2отн}^2 > 0$$

☑ 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

S^* - оси $\parallel \Rightarrow$ в $Л_1$ $\quad t_0 + 8\tau_0 + \tau_0$

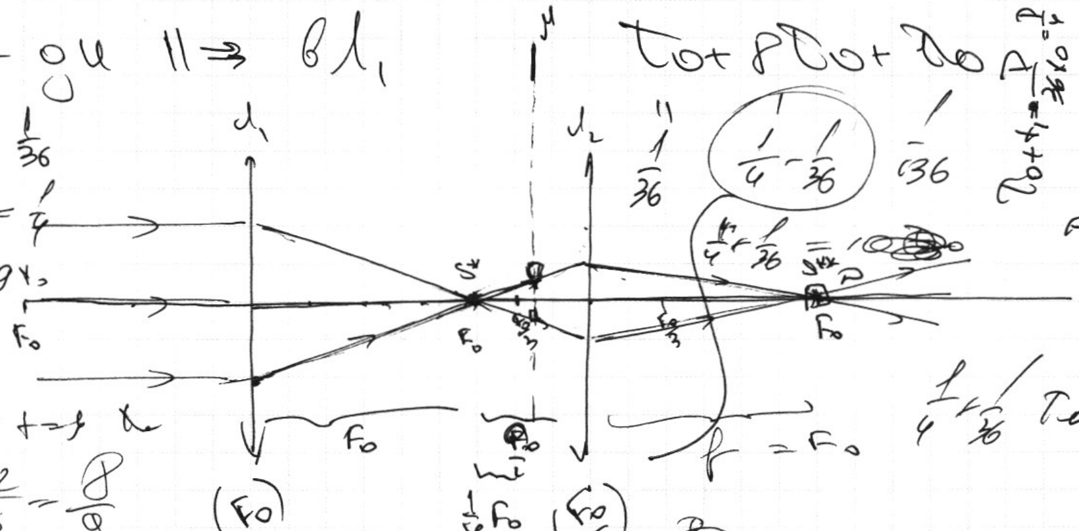
$t_0 = \frac{1}{36}$

$(t_0 + t_1) = \frac{1}{4}$

$t_0 + t_1 = 9t_0$

$t = 8t_0$

$t_1 = \tau_0 + t = 8\tau_0$



$\frac{32}{36} = \frac{8}{9}$

$\frac{1}{9}x - \tau_0$ $\quad S^*$ - в $П$ ф $Л_2$

$x = t_1 + \tau_0$

$t_1 = 8\tau_0$ $\quad d = \frac{F_0}{2}$; $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0}$; $f = \frac{\frac{F_0}{3} \cdot \frac{F_0}{2}}{\frac{F_0}{2} - \frac{F_0}{3}} = \frac{F_0/6}{1/6} = F_0$

$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ $\quad v_2 \; l$ $\quad v\tau_0 = \frac{2}{9}D$

$x = \frac{1}{4}D$ $\quad l = \frac{8}{9}x = \frac{2}{36}D$ $\quad v = \frac{2D}{9\tau_0}$

$v \cdot \frac{9}{8}\tau_0 = \frac{1}{4}D$

$v = \frac{2D}{9\tau_0}$ $\quad (t_0 + \tau_1)v = \frac{1}{4}D$ $\quad \frac{9}{8} \cdot \frac{2}{9}D = \frac{1}{4}D$

$\tau_0 + \tau_1 = \frac{D \cdot 9\tau_0}{4 \cdot 2D} = \frac{9}{8}\tau_0$

$\tau_1 = \frac{1}{8}\tau_0$

$(\tau_0 + t_1)v = \frac{D}{4}$, $(\tau_0 + t) \cdot \frac{2D}{9\tau_0}$, $\frac{D}{4} = \frac{9}{8}\tau_0$

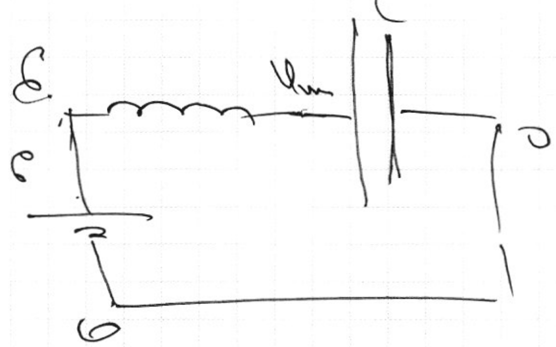
$t_1 = \frac{1}{8}\tau_0$

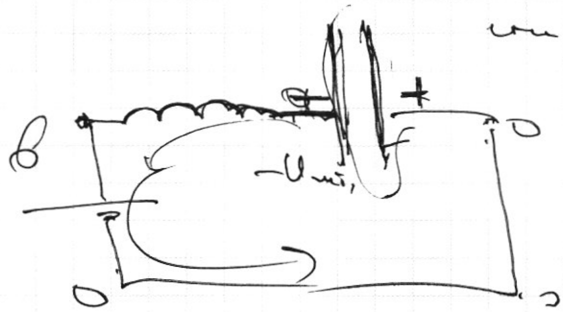
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)





было $-CU_{m}$ стало CU_{min}

прошел $\mathcal{E}(U_{min}+U_{max})$

$$-C\mathcal{E}(U_{min}+U_{max}) = \frac{1}{2}C(U_{min}^2 - U_{max}^2)$$

$$-2\mathcal{E}\,\cancel{(U_{min}+U_{max})} = \cancel{(U_{min}+\ldots)}(-min - max)$$

$$max - min = 2\mathcal{E}.$$

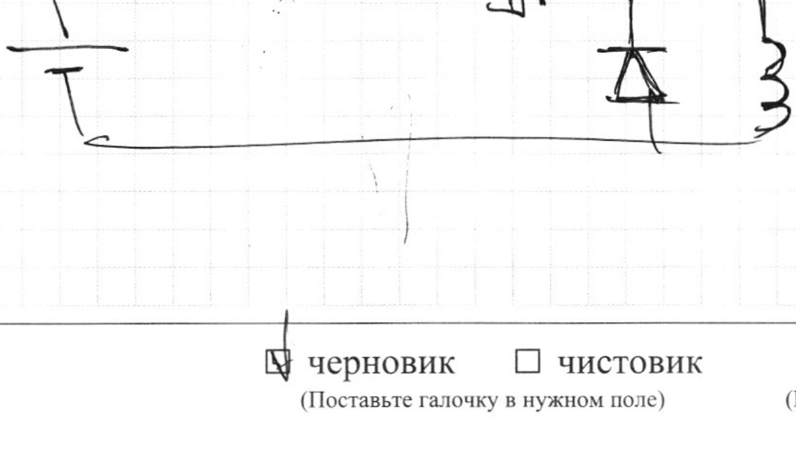
$$U_C + U_L = \mathcal{E}. \qquad U_{C\,max} > \mathcal{E}.$$

I_{max} — ?

U_{max} — ?

$$2\cancel{C}\mathcal{E}U_{max} = \cancel{C}U_{max}^2 \qquad U_{max} = 2\mathcal{E}.$$

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



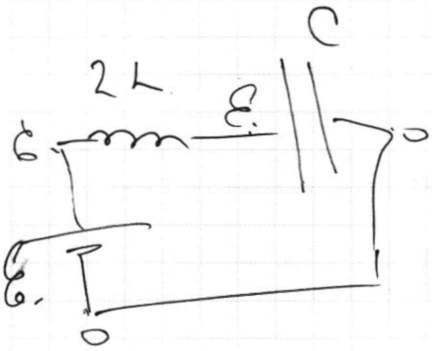
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

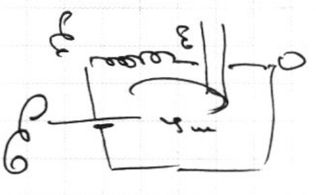
(заполняется секретарём)

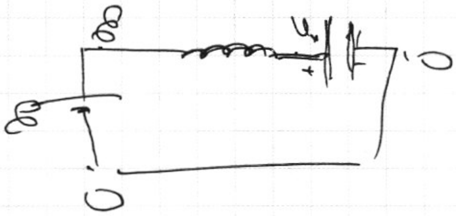
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



t_1: $U_c = \mathcal{E}$, $J = J_m$

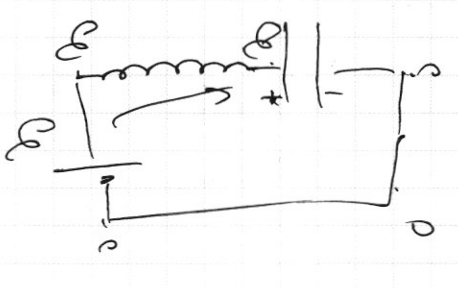
t_2: $U_c = U_m$, $J = 0$

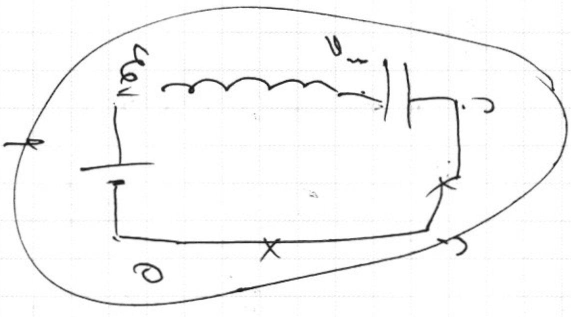


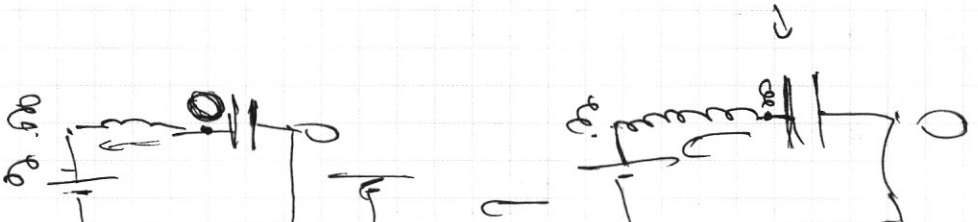


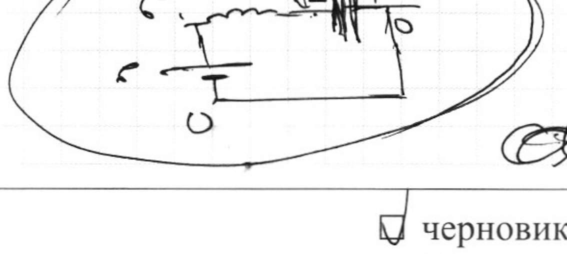
$$W(t_1) = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}LJ_{1m}^2 \qquad W(t_2) = \frac{1}{2}CU_m^2$$

$$A_Б = \mathcal{E}C(U_m - \mathcal{E}) = W(t_2) - W(t_1) = \frac{1}{2}CU_m^2 - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}LJ_m^2$$









Если $U_{min} = U_{max}$

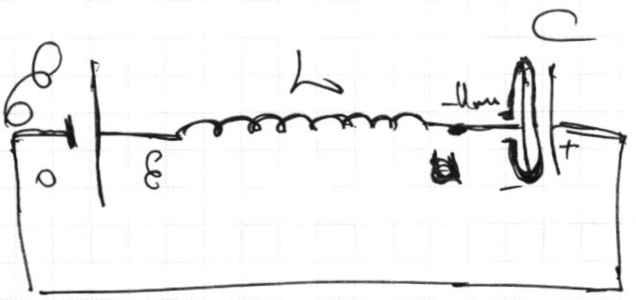
$A_Б \neq 0 \to U_{min} < U_m$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



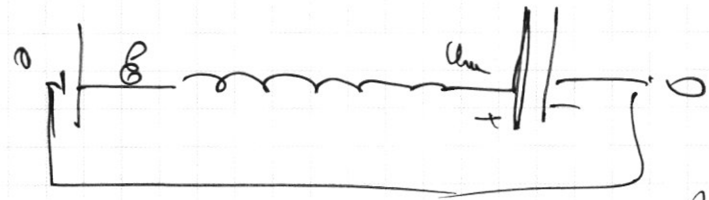
$\mathcal{Y}=0$

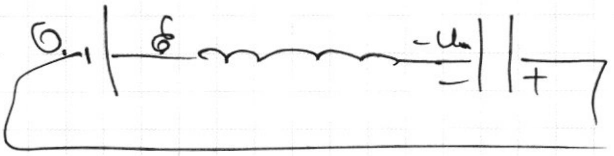
$\mathcal{Y}=0 \rightarrow U=U_m$

$U=0$

U_{min} $\quad U_{min}=\mathcal{E}$

$\mathcal{Y}=0 \rightarrow U=\pm U_{max}$

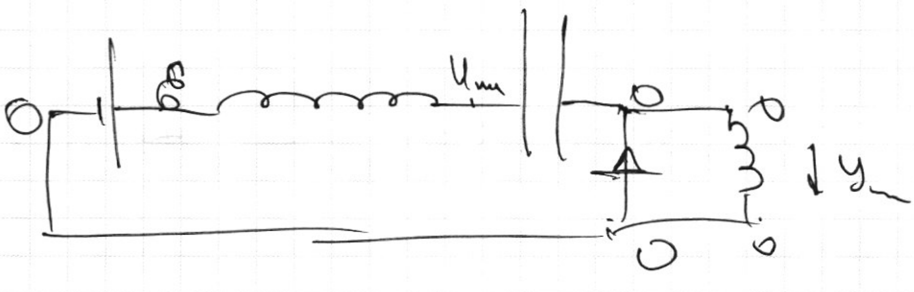
1) 



$-C\mathcal{E}(2U_{max}) = \frac{1}{2}CU_m^2+\frac{1}{2}CU_m^2 = CU_m^2$

$2\mathcal{E}U_m = U_m^2$

$U_m = 2\mathcal{E}$



$2CU_{max}\mathcal{E} = \frac{1}{2}CU_m^2+\frac{1}{2}L\mathcal{Y}_m^2$

$C\cdot 2\mathcal{E} = \frac{1}{2}C\cdot 2\mathcal{E} + \dots \quad \mathcal{E}?$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{1\text{он}}^2 = v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cos\alpha$$

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

$$v_{1\text{он}}^2 > v_{2\text{он}}^2$$

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

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

$$u > \frac{144-36}{2\left(6\cdot\frac{\sqrt5}{3} + 12\cdot\frac{2\sqrt2}{3}\right)} = \frac{54}{2\sqrt5 + 8\sqrt2} =$$

$$= \frac{27}{\sqrt5 + 4\sqrt2} \approx \frac{27}{8} \approx 2{,}2$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)