Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

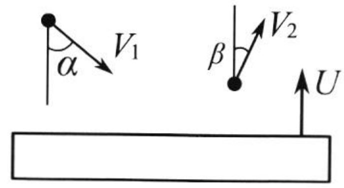
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 12 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{1}{3}\right)$ 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.

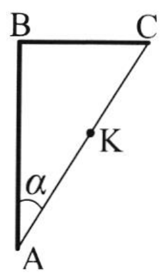
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 350 К, а азота T_2 = 550 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

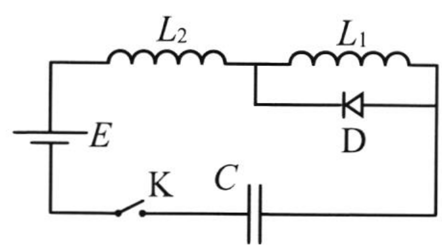
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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_1.

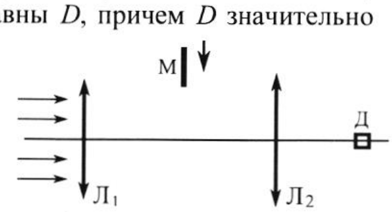


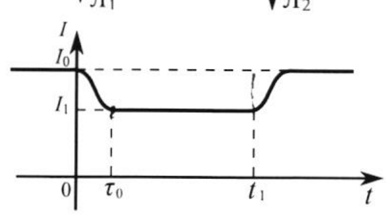
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ 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). $I_1 = 5I_0/9$.





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

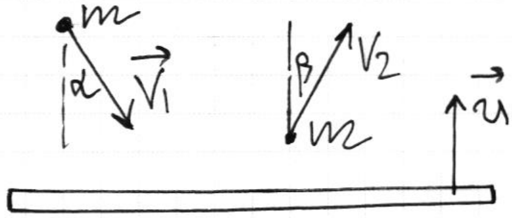
N1.

$V_1 = 12$ м/с
$\sin\alpha = 1/2$
$\sin\beta = 1/3$

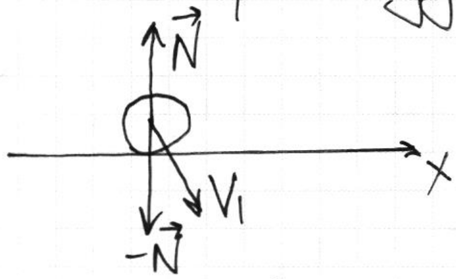
1) V_2 - ?
2) u - ?

Решение

ЛСО



① Рассмотрим удар шарика:



$F_{тр} = 0$, т.к. по условию плита гладкая
$\Sigma F_{внеш,x} = 0 \to P_{c,x} = const$
ЗСИ:
$Ox: \; mV_1 \sin\alpha = mV_2 \sin\beta$

$$V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{12\,м/с \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = 18\,м/с$$

② СО - плиты:

$\vec{V_{10}}$ - относительная скорость в СО-плиты до удара

$\vec{V_{20}}$ - после удара

Применим закон сложения скоростей:

1) $\vec{V_1} = \vec{u} + \vec{V_{10}}$

$Oy: \; -V_1\cos\alpha = u + V_{10,y}$

$V_{10,y} = -V_1\cos\alpha - u$

В СО-плиты: $V_{10,y} = -V_{20,y}$

2) $\vec{V_2} = \vec{u} + \vec{V_{20}}$

$V_2\cos\beta = u + V_{20,y} = V_1\cos\alpha + 2u$

Отсюда, $V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha + 2u$

$u = \dfrac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2} = \dfrac{18^{м/с}\cdot\sqrt{1-\frac{1}{9}} - 12^{м/с}\sqrt{1-\frac{1}{4}}}{2} =$

$= \frac{18}{6}\cdot 2\sqrt{2}\,^{м/с} - 12^{м/с}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\sqrt{3} = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}\,^{м/с}$

Ответ: $18\,^{м/с}$; $6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}\,^{м/с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

$\nu = \frac{6}{7}$ моль

$T_1 = 350\,°K$

$T_2 = 550\,°K$

$C_V = \frac{5}{2}R$

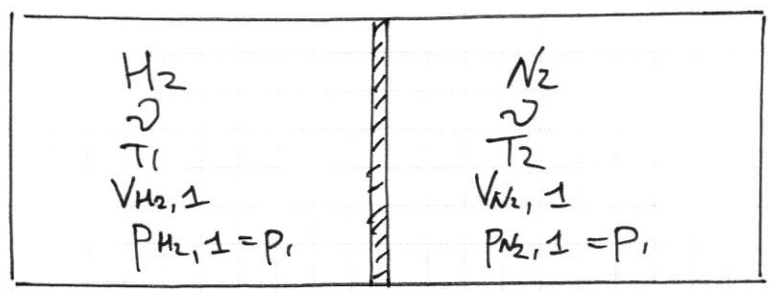
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot °K}$

1) $\frac{V_{H_2,1}}{V_{N_2,1}}$ – ?

2) T – ?

3) $|\Delta Q_{N_2}|$ – ?

Решение



① Рассмотрим нач. состояние:

1) $p_{H_2,1} = p_{N_2,1} = p_1$, т.к. поршень подвижный, а с-ма в равновесии

2) Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона:

– для водорода:

$p_1 V_{H_2,1} = \nu R T_1$

– для азота:

$p_1 V_{N_2,1} = \nu R T_2$

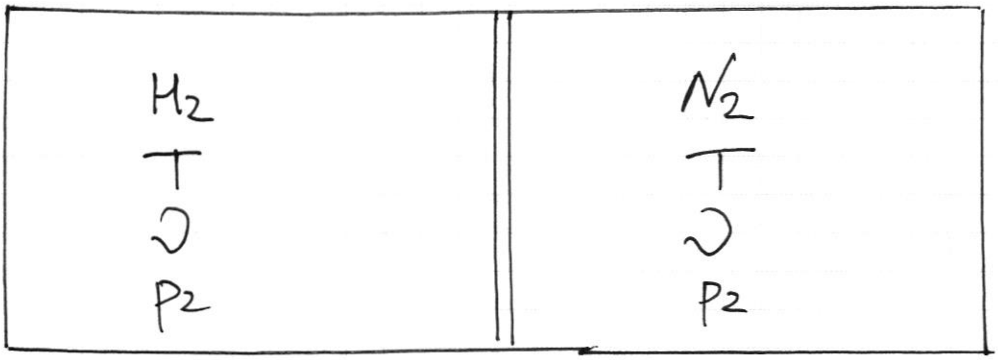
Отсюда, $\frac{V_{H_2,1}}{V_{N_2,1}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350°K}{550°K} = \frac{7}{11}$

Обозначим $V_{N_2,1} = V_0 \Rightarrow V_{H_2,1} = \frac{7}{11}V_0$

(см. след. стр.)

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

② Рассмотрим с-му в конечном состоянии:



Запишем закон сохранения энергии для системы:

$$\frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\cdot\nu RT\cdot 2$$

Отсюда, $T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{350°K + 550°K}{2} = 450°K$

③ - давление в частях одинаковое и равно p_2 (см. п. 1)

- Ур-е Менделеева-Клапейрона:

$$\left.\begin{aligned} &\text{-для водорода: } p_2 V_{H_2,2} = \nu RT \\ &\text{-для азота: } p_2 V_{N_2,2} = \nu RT \end{aligned}\right\} \Rightarrow V_{H_2,2} = V_{N_2,2}$$

- $V_{H_2,2} = V_{N_2,2} = \frac{V_0 + \frac{7}{11}V_0}{2} = \frac{9}{11}V_0$

④ Докажем, что процесс - изобарный.

$$\begin{cases} p_1\cdot\frac{7}{11}V_0 = \nu RT_1 \quad (1) \\ p_2\cdot V_0 = \nu RT_2 \quad (2) \\ \frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\nu RT_1' + \frac{5}{2}\nu RT_2' \quad (3) \\ p_2\cdot V = \nu RT_1' \quad (4) \\ p_2\cdot\left(\frac{18}{11}V_0 - V\right) = \nu RT_2' \quad (5) \end{cases}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пояснения:

(1)-(2) - уравнение Менделеева - Клапейрона для нач. состояния

(3) - закон сохранения энергии в произвольный момент

(4)-(5) - уравнение состояние идеального газа в произвольный момент времени

Подставим (1)-(2) и (4)-(5) в (3):

$$\cancel{\frac{5}{2}} p_1 \cdot \frac{7}{11} V_0 + \cancel{\frac{5}{2}} p_1 V_0 = \cancel{\frac{5}{2}} p_2 V + \cancel{\frac{5}{2}} p_2 \left(\frac{18}{11} V_0 - V\right)$$

$$p_1 \cdot \frac{18}{11} V_0 = p_2 \cdot \frac{18}{11} V_0$$

$\boxed{p_1 = p_2}$ - т.е. процесс - изобарный

$$\Delta Q_{N_2} = \frac{5}{2} \nu R (T - T_2) + p(-V_{N_2,1} + V_{N_2,2})$$

$$\Delta Q_{N_2} = \frac{5}{2} \nu R (T - T_2) - \nu R T_2 + \nu R T$$

$$\Delta Q_{N_2} = \frac{7}{2} \nu R (T - T_2) = -\frac{7}{2} \cdot \frac{6}{7} \text{моль} \cdot 8{,}31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot {}^\circ K} \cdot 100 {}^\circ K =$$

$$= -3 \cdot 831 \text{ Дж} = -2493 \text{ Дж} \Rightarrow |\Delta Q_{N_2}| = 2493 \text{ Дж}$$

Ответ: $\frac{7}{11}$; $450^\circ K$; $+2493$ Дж

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

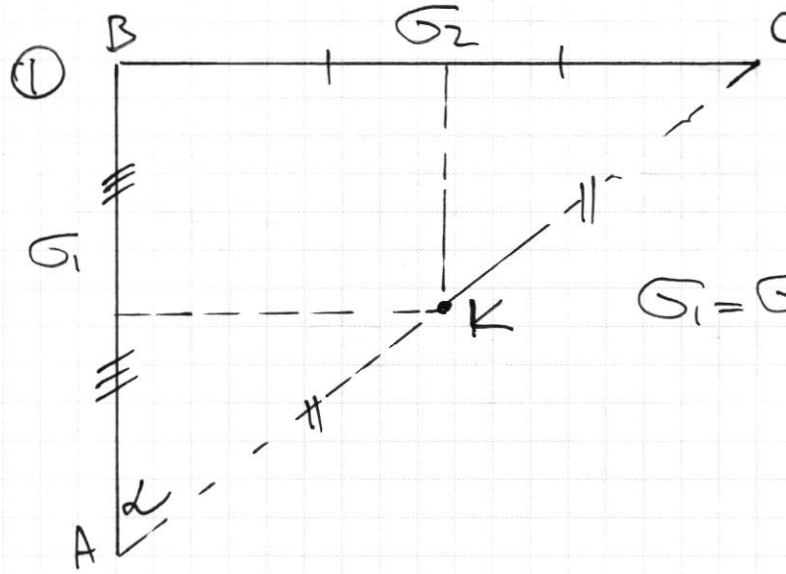
№3

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$
2) $\sigma_1 = 3\sigma$
$\sigma_2 = \sigma$
$\alpha = \frac{\pi}{3}$

1) $\frac{E_2}{E_1}$ - ?
2) E_K - ?

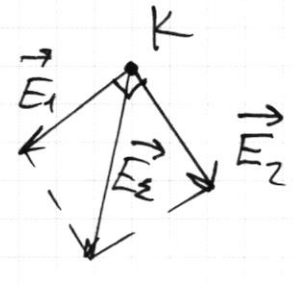
Решение

①



$\sigma_1 = \sigma_2$

Воспользуемся принципом суперпозиции:



В силу того, что $\alpha = 45^\circ$ напряженность, создаваемая ~~ям~~ каждой пластиной одинакова: $E_1 = E_2$

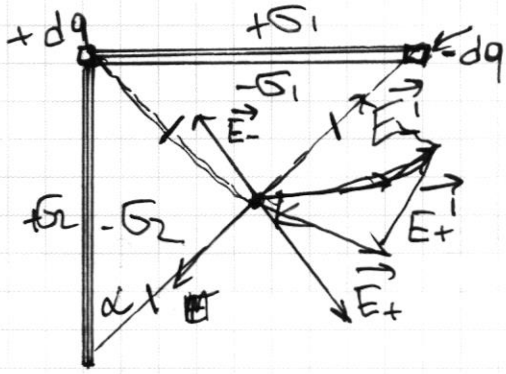
В силу симметрии: $\vec{E_1} \perp \vec{E_2}$

Отсюда, $E_\Sigma = \sqrt{E^2 + E^2} = E\sqrt{2}$, т.е.

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{E\sqrt{2}}{E} = \sqrt{2}$

(2) Поле создаваемое бесконечной пластиной, его напряженность равна:

$$E_{плоскости} = \frac{\sigma_{пл}}{2\varepsilon_0}, \sigma_{пл} \text{ - пов. плотность заряда плоскости}$$



$$E_\Sigma = \sqrt{\left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{10}{4}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{5}{2}}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

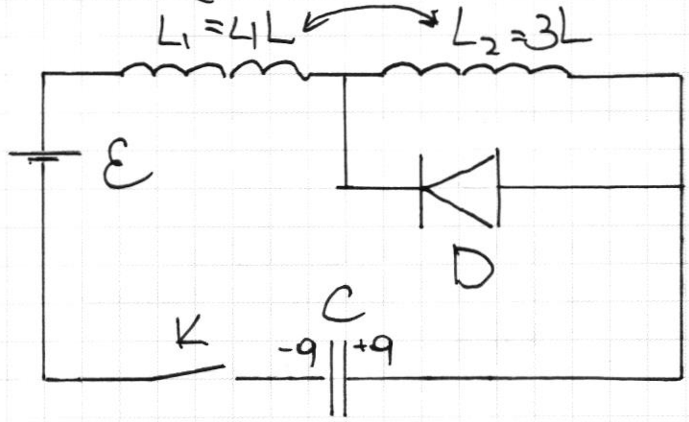
$\mathcal{E}$; $L_1 = 4L$

$L_2 = 3L$;

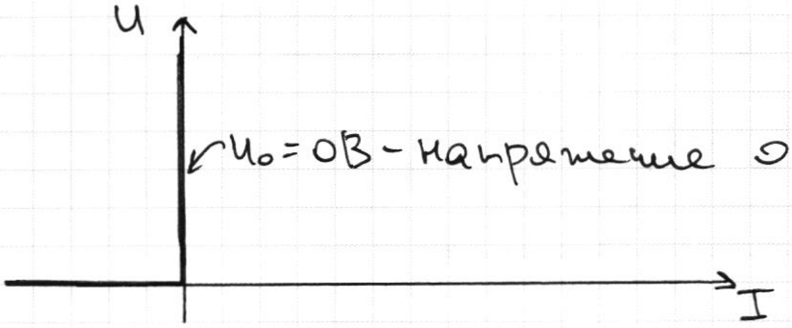
C; $U_0 = 0$ В

1) T - ?
2) I_{m1} - ?
3) I_{m2} - ?

Решение



① ВАХ идеального диода:



В начале после замыкания ключа диод закрыт.

Второе правило Кирхгофа для этого момента:

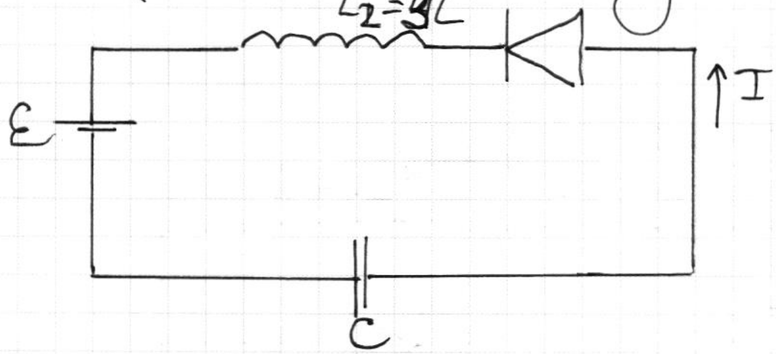
$$\mathcal{E} - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{q}{C}$$

В цепи возникнут колебания.

Угловая частота колебаний, когда диод закрыт равна: (см. след. стр.)

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}} = \sqrt{\frac{1}{7LC}}$$

Рассмотрим момент, когда ток меняет направление и диод открывается:



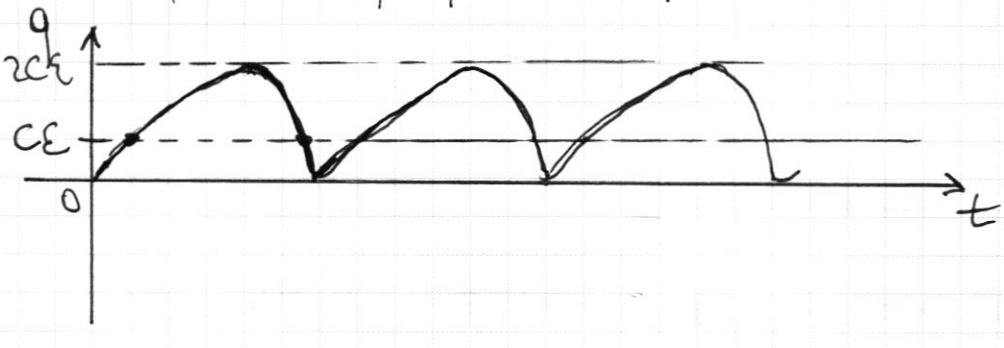
Напряжение на конденсаторе, когда ток меняет направление равно:

$$q_{кр} \cdot \mathcal{E} = \frac{q_{кр}^2}{2C} \Rightarrow q_{кр} = 2C\mathcal{E} \Rightarrow U_{кр} = 2\mathcal{E} \text{ (из ЗСЭ)}$$

Напряжение на конденсаторе начнёт убывать до нуля с угловой частотой:

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{L_2 C}} = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$$

Построим график $q(t)$: (качественный)



Отсюда, $T = \frac{\pi}{\omega_1} + \frac{\pi}{\omega_2} = \pi\left(\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC}\right)$

② Напряжение на катушке 1 в момент, когда через неё протекает максимальный ток, равна нулю. Отсюда, заряд на конденсаторе: $\mathcal{E} q_1 = \frac{q_1^2}{2C}$

$q_1 = C\mathcal{E}$ (см. след. стр)

□ черновик ☒ чистовик Страница №9

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ: $\mathcal{E} q_1 = \frac{L_1+L_2}{2} I_{m_1}^2 + \frac{q_1^2}{2C} - 0$

$\frac{L_1+L_2}{2} I_{m1}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_{m1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$

(3) Напряжение на второй катушке в мом. макс. силы тока ~~тока~~ равно нулю.

Сравним макс. токи через катушку, когда диод открыт и закрыт:

1) Когда диод открыт: $I_{M,21} = I_{M1}$

2) Когда диод закрыт:

$\mathcal{E} + L_2 \cancel{\frac{dI}{dt}}^{\to 0} = \frac{q}{C}$

$q_2 = C\mathcal{E}$

ЗСЭ: $-\mathcal{E} \cdot q_2 = \frac{L_2 I_{M,22}^2}{2} + \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_{kp}^2}{2C}$

$-2C\mathcal{E}^2 = 3L I_{M,22}^2 - 3C\mathcal{E}^2$

Откуда, $I_{M,22} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$

$I_{M,22} > I_{M,21}$

Получим: $I_{M,22} = I_{M2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$

Ответ: $\pi(\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC})$; $\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$; $\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

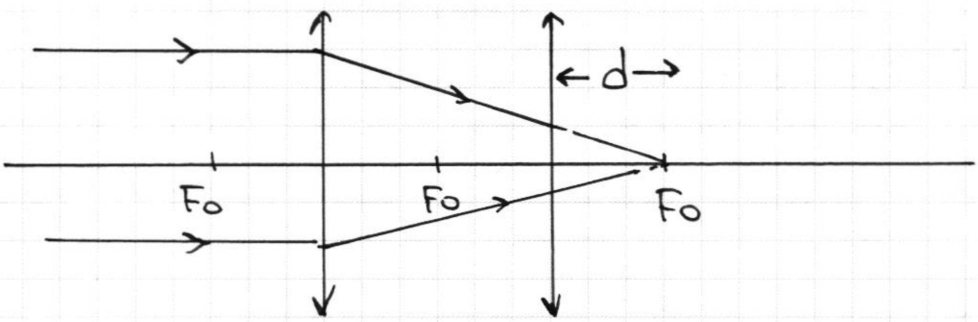
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

F_0; D; τ_0

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

Решение



① По формуле тонкой линзы, находим f:

$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ - для второй линзы

$-\frac{1}{d}$ - т.к. предмет - мнимый

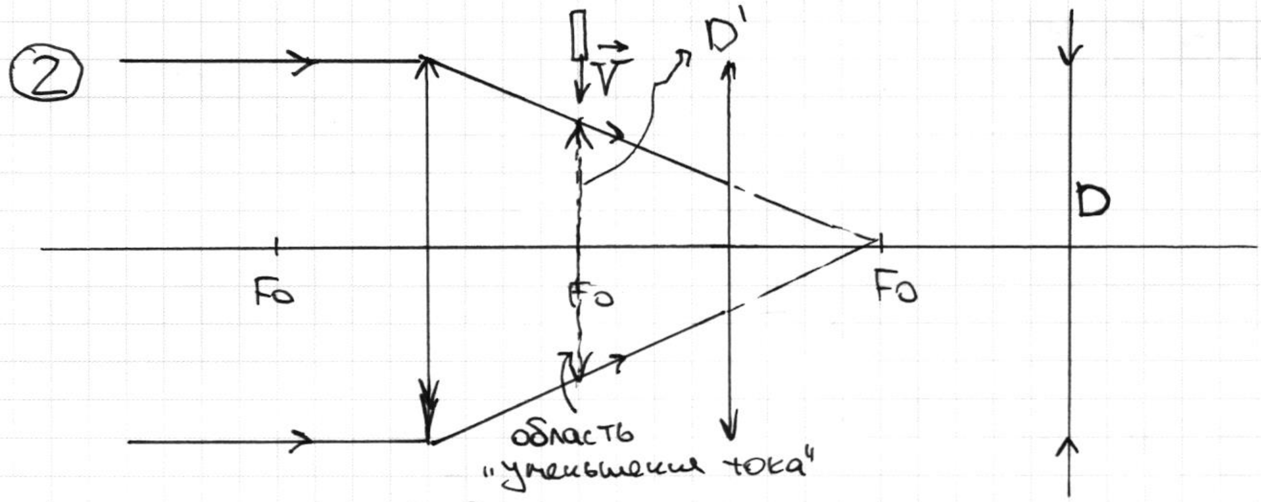
$d = F_0$, т.к. ($\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{3F_0} \Rightarrow f' = 3F_0$ - расстояние от первой линзы до изображения, даваемое ею)

Отсюда,

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

(см. след. стр.)

②



1) Рассмотрим движение пластины, для этого посмотрим ход „крайних" лучей через линзу.

2) Когда пластина пересекает заштрих. область, то ток уменьшается.

3) По условию: $I \sim P_{света}$

$P_{света} \sim N_{лучей}$

$N_{лучей} \sim n S$, где n - концентрация лучей

т.е. $I \sim S$, где S - площадь „области"

4) Из подобия: $\frac{D'}{D} = \frac{2F_0}{3F_0} = \frac{2}{3} \Rightarrow D' = \frac{2}{3} D$

5) $\frac{I_0}{I_1} = \frac{S}{S - S_{пл.}} \Rightarrow \frac{9}{5} = \frac{\frac{\pi D'^2}{4}}{\frac{\pi D'^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}}$, где

d - диаметр пластины

$\cancel{\frac{5}{4}}\ 5D'^2 = 9D'^2 - 9d^2 \Rightarrow d = \frac{2}{3} D' = \frac{4}{9} D$

6) Ток уменьшается до I_1, когда пластина полностью зашла в „область" через время τ_0.

$V = \frac{\frac{4}{9} D}{\tau_0} = \frac{4}{9} \frac{D}{\tau_0}$

(см. след. стр.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③ Заметим, что t_1 - время, когда передний край пластины начинает выходить из „области".

$$t_1 = \frac{D'}{V} = \frac{2}{3}D \cdot \frac{9\tau_0}{4D} = \frac{3\tau_0}{2}$$

Ответ: $\frac{F_0}{2}$; $\frac{4}{9}\frac{D}{\tau_0}$; $\frac{3\tau_0}{2}$

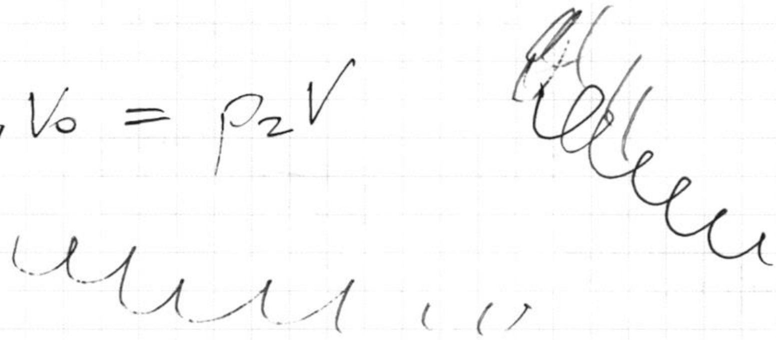
$\frac{\nu R T_1}{\frac{7}{11} V_0}$ $\frac{\nu R T_1'}{V}$

$$\begin{cases} p_1 \frac{7}{11} V_0 = \nu R T_1 \\ p_1 \cdot V_0 = \nu R T_2 \\ \frac{5}{2} \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R T_2 = \frac{5}{2} \nu R T_1' + \frac{5}{2} \nu R T_2' \end{cases}$$

$p_2 \cdot V = \nu R T_1'$

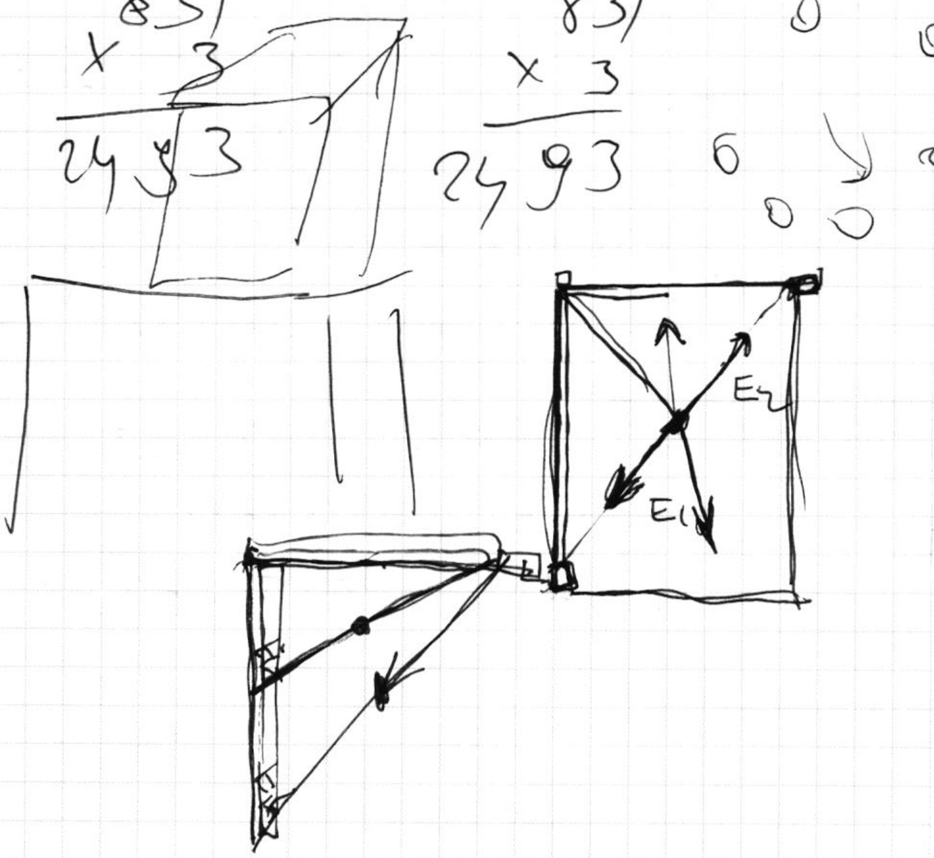
$p_2 \left(\frac{18}{11} V_0 - V \right) = \nu R T_2'$

$p_1 \cdot \frac{7}{11} V_0 + p_1 V_0 = p_2 V$



$$\begin{array}{r} \times \begin{array}{r} 831 \\ 3 \end{array} \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times \begin{array}{r} 831 \\ 3 \end{array} \\ \hline 2493 \end{array}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T_1' + \frac{5}{2}\nu R T_2'$$

$$\frac{\nu R T_1}{\frac{7}{11}V_0} \qquad \frac{\nu R T}{\frac{9}{11}V_0} \qquad pV_1 = \nu R T_1'$$

$$pV_2 = \nu R T_2'$$

$$\frac{11 T_1}{7} \qquad \frac{11}{9} T \qquad V_2 = \frac{18}{11}V_0 - V_1$$

550 $\quad \frac{\nu R T_1'}{V_1}$ $\quad$ 550

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

$$\frac{5}{2}\nu R(T_1+T_2) = \frac{5}{2}\nu R T_1' + \frac{5}{2}\nu R \frac{\frac{18}{11}V_0 - V_1}{V_1} T_1'$$

$$T_1 + T_2 = \frac{T_1' V_1 + \frac{18}{11}V_0 T_1 - T_1 V_1}{V_1}$$

$$2T_1 + T_2 = T_1' + \frac{\frac{18}{11}V_0 T_1}{V_1}$$

$$2T_1 V_1 + T_2 V_2 = T_1' V_1 + \frac{18}{11} V_0 T_1$$

$$\frac{5}{2}\nu R \Delta T_1 = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_2 \qquad \Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$$

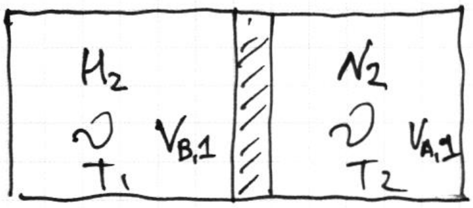
$$pV = \nu R (T_1 + \Delta T)$$

$$p\left(\tfrac{18}{11}V_0 - V\right) = \nu R (T_2 - \Delta T)$$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

N2.



$\nu = \frac{6}{7}$ моль

$T_1 = 350°K$

$T_2 = 550°K$

① $p_1 V_{B,1} = \nu R T_1$

$p_1 V_{A,1} = \nu R T_2$

$V_C = V_0 + \frac{7}{4} V_0 = \frac{18}{11} V_0$

$\frac{V_{B,1}}{V_{A,1}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{\cancel{350}^{7}}{\cancel{550}_{11}} = \frac{7}{11}$ $\quad V_{B,1} = \frac{7}{11} V_{A,1} = \frac{7}{11} V_0$

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

$\frac{\cancel{5}}{2} T_1 + \frac{\cancel{5}}{2} T_2 = \cancel{5} T$

$T = \frac{1}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2 = \frac{350°K}{2} + \frac{550°K}{2} = 175°K +$
$+ 275°K = 450°K$

③ $\delta Q = \delta A + dU$ $\quad p\,dV + V\,dp = \nu R\,dT$

$p_2 V_{B,2} = \nu R T$ $\quad V_{B,2}$ $\quad \delta Q = \frac{5}{2} \nu R\,dT + \nu R\,dT - V\,dp$

$p_2 V_{B_1}$

$\delta Q = \frac{7}{2} \nu R\,dT - \nu R T \frac{dp}{p}$

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

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

$-\Delta Q = -\Delta A + \frac{5}{2} \nu R (T - T_2)$

$pV = \nu R T$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

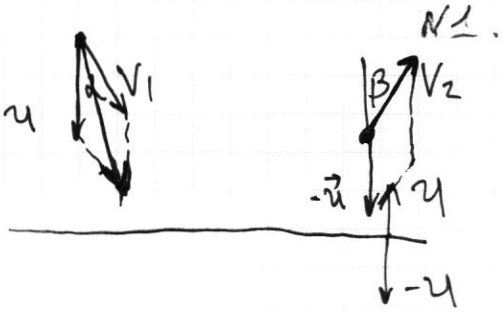
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

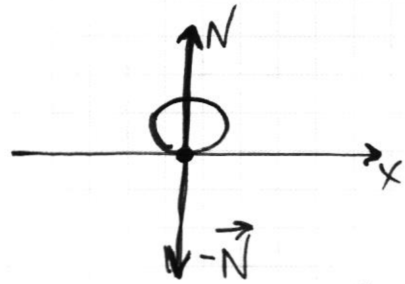
ШИФР

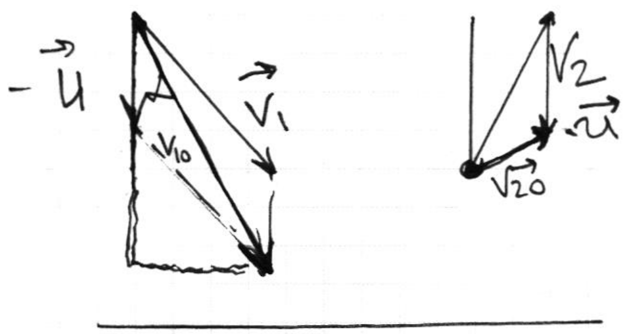
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.







$$u = \frac{18\frac{м}{с}\cdot\sqrt{1-\frac{1}{9}} - 12\sqrt{1-\frac{1}{4}}}{2} =$$

$$= \frac{\frac{18}{3}\cdot 2\sqrt{2}}{2} - \frac{12}{4}\sqrt{3} =$$

СО - плиты+u

$$= 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}\ \frac{м}{с}$$

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

$$V_2 = \frac{V_1\cdot\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{3}{2}V_1 = 18\ \frac{м}{с}$$

$V_{10} =$

СО-плиты

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

y

$$\vec{V_1} = \vec{V_{10}} + \vec{u} \qquad \vec{V_2} = \vec{V_{20}} + \vec{u}$$

$$-V_1\cos\alpha = V_{10y} + u \qquad V_2 = V_1\cos\alpha + u + u = V_1\cos\alpha + 2u$$

$$V_{10y} = -V_1\cos\alpha - u$$

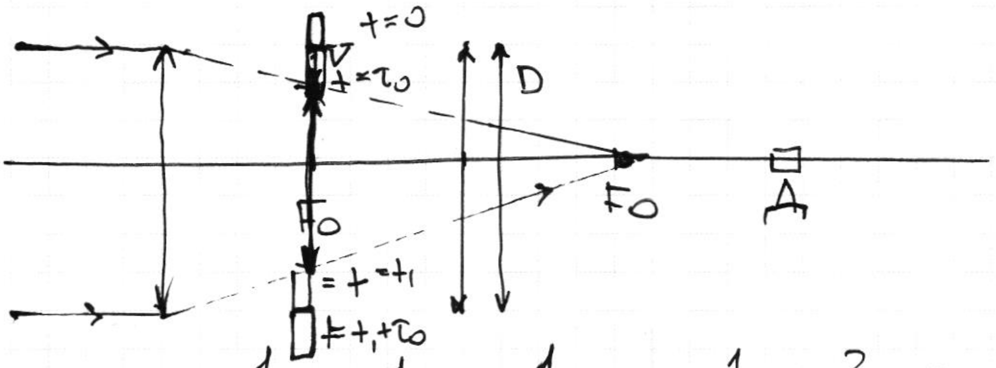
$$V_{20y} = V_1\cos\alpha + u$$

$$V_2\cos\beta = V_1\cos\alpha + 2u \Rightarrow u = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

N5.



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

$I \sim P_{света}$

$P_{света} \sim N_{лучей}$

$D \ll F_0$

$I = \alpha P_{света}$

$P_{света} = \beta N_{лучей}$ $I \sim nS$

$N_{лучей} \sim nS$

② $S_{пл} = \frac{\pi d^2}{4}$

$S_0 = \frac{\pi}{4} D'^2 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{4}{9} D^2$

$D' = \frac{2F_0}{3F_0} \cdot D = \frac{2}{3} D$

$d = \frac{4}{9} D$

$V = \frac{\frac{4}{9} D}{\tau_0}$

$\frac{I_0}{I_1} = \frac{S_0}{S_0 - S_{пл}}$

$\frac{9}{5} = \frac{\frac{\pi}{9} D^2}{\frac{\pi}{9} D^2 - \frac{\pi d^2}{4}}$

$D^2 - \frac{9}{4} d^2 = \frac{5}{9} D^2$

$\frac{4}{9} D^2 = \frac{9}{4} d^2$

③ $\frac{2}{3} D = V t_1$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

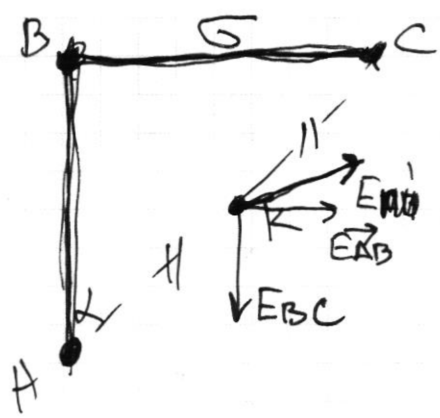
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

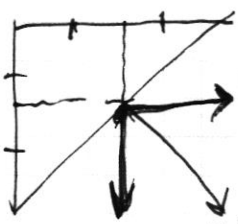
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

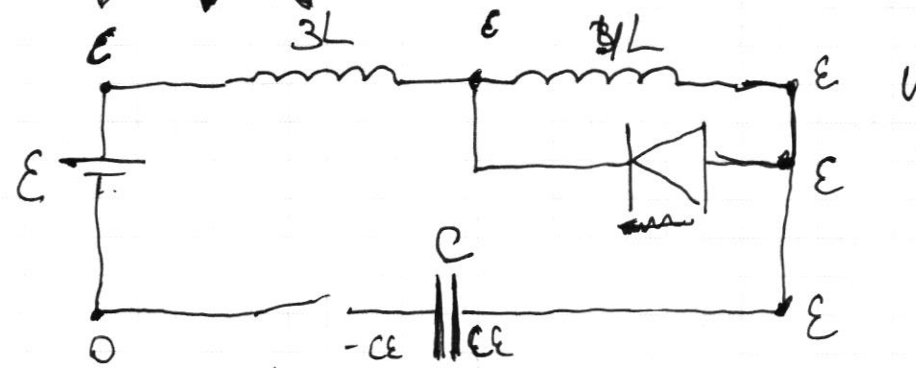
N3.



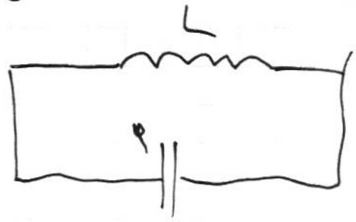
$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$



N4



$U_{откр} = 0$ В



$I = -\dot{q}$ $\qquad$ $q = I dt$

$\frac{q}{C} = -L\frac{dI}{dt}$

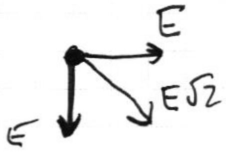
☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

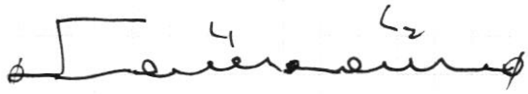
$0 \to C\mathcal{E} \to 2C\mathcal{E} \to C\mathcal{E} \to 0$



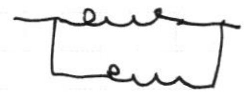
$\omega_1=\sqrt{\frac{1}{7LC}}$

$\omega_2=\sqrt{\frac{1}{4LC}}$

$T=\pi\sqrt{7LC}+\pi\sqrt{4LC}$



$\frac{LI^2}{2}=\frac{L_1I^2}{2}+L_2\frac{I^2}{2}$



$\mathcal{E}\cdot C\mathcal{E}=\frac{7L}{2}I_{m_1}^2+\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$C\mathcal{E}^2=7LI_{m_1}^2$

$I_{m_1}=\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$

(2) $I_{m,1}=\sqrt{}$

$\mathcal{E}+\frac{L\,dI}{dt}=\frac{q}{C}$ $\quad q=C\mathcal{E}$

$-\mathcal{E}\cdot C\mathcal{E}=\frac{L_2I_{m_2}^2}{2}+\frac{C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{C4\mathcal{E}^2}{2}$

$-2C\mathcal{E}^2=L_2I_{m_2}^2-3C\mathcal{E}^2$

$C\mathcal{E}^2=L_2I_{m_2}^2 \Rightarrow I_{m_2}=\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{4L}}$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = const \qquad q(t) = q_0 \sin(\omega t)$$

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{L\dot{q}^2}{2} = const \qquad I(t) = q_0\omega\cos(\omega t)$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{m\dot{x}^2}{2} = const$$

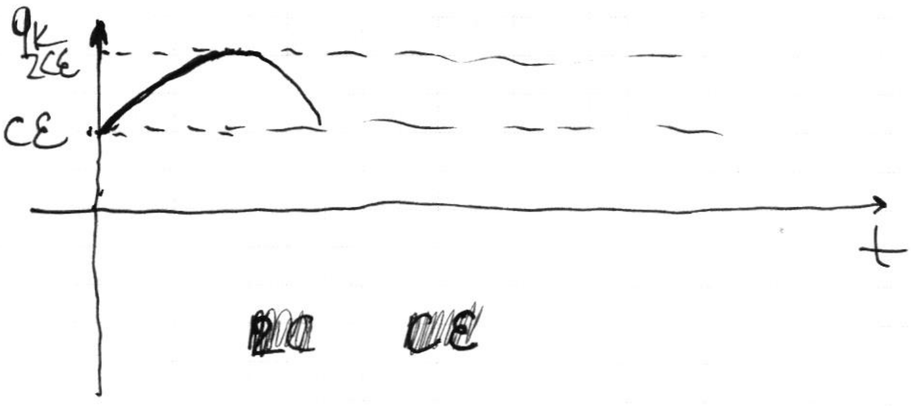
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\mathcal{E}q = \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{7LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$\mathcal{E} - 7L\frac{dI}{dt} = \frac{q}{C} \qquad q = C\mathcal{E} \qquad \frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}} = \frac{7LI^2}{\cancel{2}}$$

$$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} \qquad I = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)