# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

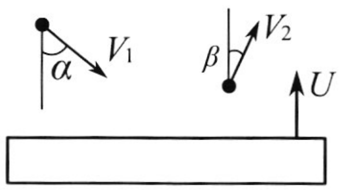
Класс 11

## Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

**1.** Массивная плита движется с постоянной скоростью $U$ вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 8$ м/с, направленную под углом $\alpha \left( \sin\alpha = \dfrac{3}{4} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью $V_2$, составляющей угол $\beta \left( \sin\beta = \dfrac{1}{2} \right)$ с вертикалью.



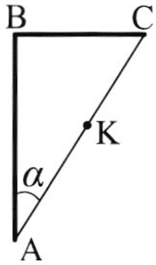

1) Найти скорость $V_2$.
2) Найти возможные значения скорости плиты $U$ при таком неупругом ударе.

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 азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1$ = 300 К, а кислорода $T_2$ = 500 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 азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

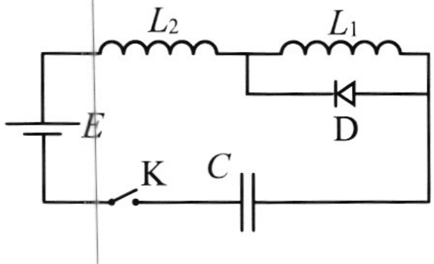
**3.** Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.




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?

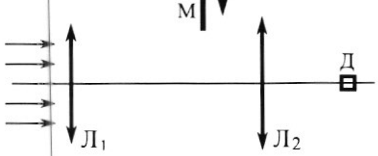
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

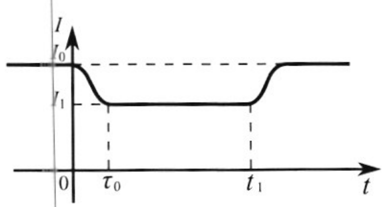
**4.** Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС $E$, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью $C$, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в $L_1$.




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 фокусным расстоянием $F_0$ у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока $I$ фотодетектора от времени $t$ (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.



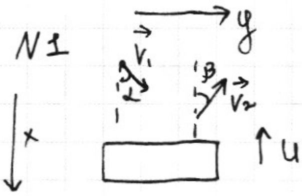

1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость $V$ движения мишени. 3) Определить $t_1$.

Известными считать величины $F_0$, $D$, $\tau_0$.

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Варианты 11-01

N1




$V_1 = 8\frac{м}{с}$

$V_2 - ?$

$U - ?$

после столкновения шарик отскочит со скоростью $\underline{V_x + 2U}$ (по оси x), а также сохранит скорость $\underline{V_y}$

* пояснение:
2U, т.к относительно стенки шарик приобретёт скорость U, а стенка (относ. земли) продолжает движение со скоростью U.
Т.е. относительно земли скорость будет 2U — полученная скорость шарика.

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$tg\,\beta = \frac{V_{2y}}{V_{2x}} = \frac{\frac{3}{4}V_1}{\frac{\sqrt{7}}{4}V_1 + 2U} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\sqrt{7}}{4}V_1 + 2U = \frac{3\sqrt{3}}{4}V_1$$

$$U = \frac{3\sqrt{3} - \sqrt{7}}{8}\cdot V_1$$

$$U \approx 2{,}5\frac{м}{с}$$

(до столкновения) V шарика:

$$\begin{cases} V_x = V_1\cdot\cos\alpha \\ V_y = V_1\cdot\sin\alpha \end{cases}$$

(после столкновения) $V_{ш}$:

$$\begin{cases} V_{x2} = V_1\cdot\cos\alpha + 2U \\ V_{y2} = V_y = V_1\cdot\sin\alpha \end{cases}$$

$$V_2 = \sqrt{V_{2y}^2 + V_{2x}} =$$

$$= \sqrt{\frac{9}{16}V_1^2 + \frac{7}{16}V_1^2 + \sqrt{7}V_1U + 4U^2} = \sqrt{V_1^2 + 4U^2 + \sqrt{7}V_1U} =$$

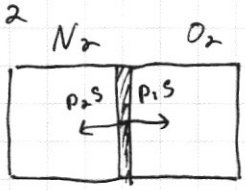
$$= \sqrt{64 + 25 + 52} = \sqrt{141} \approx$$

$$\approx 12\frac{м}{с}$$

$$V_2 \approx 12\frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $V_2 = 12\frac{м}{с}$
2) $U = 2{,}5\frac{м}{с}$

№2




$\nu_{N_2} = \nu_{O_2} = \frac{3}{7}$ моль

$N_2 \; T_1 = 300K$

$O_2 \; T_2 = 500K$

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

1. До начала ~~теплообер~~ теплообмена система находилась в покое, т.е:

$p_2 S = p_1 \cdot S$

$p_2 = p_1$ запишем ур-е состояния ид. газа: для обоих вещ-в

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{300}{500} = 0{,}6$$

2. Т.к. теплообмен больше не происходит, то:

$Q_1' = Q_2'$

$c \cdot \nu_1 \cdot T_1' = c\nu_2 T_2'$

$T_1' = T_2'$

конечн. T ~~...~~ газов одинаковы

Сосуд теплоизолирован:

$Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$

$c\nu_1 T_1 + c\nu_2 T_2 = 2c\nu T_1'$

$T_1' = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300+500}{2} = 400K$

3. $Q_1' = Q_1 + \Delta Q$

~~$c\nu_1 T_1 + c\nu_2 T_2 = c\nu_1 T_1'$~~

$c\nu_1 T_1' = c\nu_1 T_1 + \Delta Q$

$\Delta Q = c\nu_1 (T_1' - T_1)$

$\Delta Q = \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot 100 =$

$= 25 \cdot 15 \cdot 8{,}31 \approx 3116$ Дж

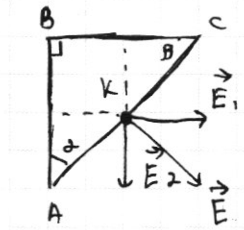
Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}6$

2) $T_1' = T_2' = 400K$

3) $\Delta Q = 3116$ Дж

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 3




1) $\frac{E}{E_2}$ - ?

$\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$
$\beta = 45^\circ$ } $\Rightarrow \triangle ABC$ – р/б, п/у

точка K равноудалена от сторон AB и BC треугольника.

1. Т.к. поверхностные плотности заряда обоих пластин равны, то в точке K они будут создавать напряженности, равные друг другу, но $\perp$ друг другу.

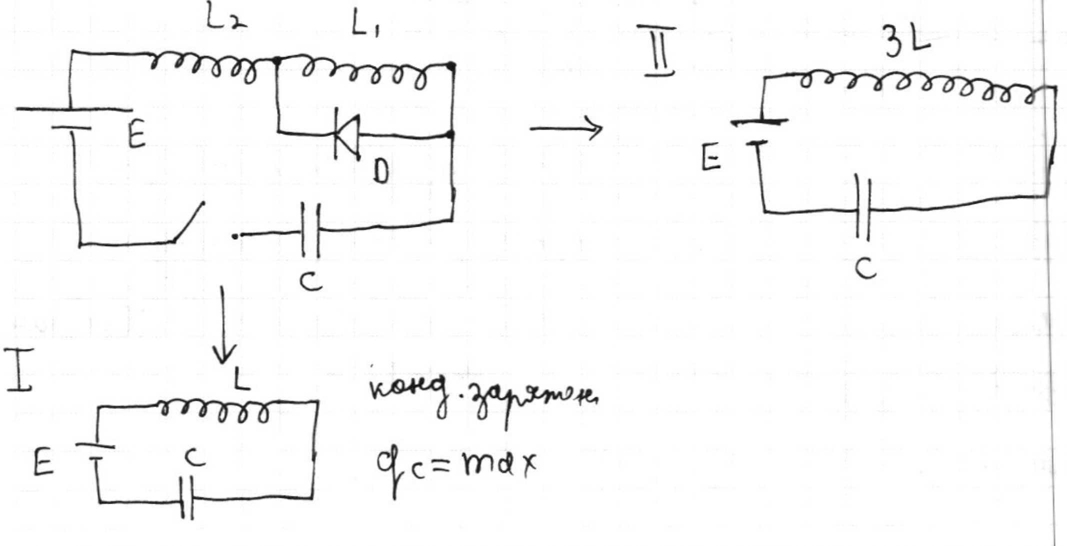
Пусть, $E_1 = E_0$ ; $E_2 = E_0$, тогда:

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} \cdot E_0$

$\frac{E}{E_2} = \frac{E_0 \cdot \sqrt{2}}{E_0} = \sqrt{2}$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$

N4.




$W_{кат} = max$

конд. заряжен.

$q_c = max$

Запишем ЗСЭ для системы II:

$$\boxed{\frac{3LI_{m_2}^2}{2} = \frac{CU_c^2}{2}}$$

$$U_c = \frac{q_m}{C}$$

$$q = q_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$I = q' = -q_m \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$I_{m_2} = q_m \cdot \omega$$

$$3LI_{m_2}^2 = \frac{q_m^2}{C}$$

$$3LC \cdot \cancel{q_m^2}\, \omega^2 = \cancel{q_m^2}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{3LC}$$

ЗСЭ для I и II

$$\begin{cases} \dfrac{CU_c^2}{2} = \dfrac{LI_{m_1}^2}{2} \\ \dfrac{CU_c^2}{2} = \dfrac{3LI_{m_2}^2}{2} \end{cases}$$

~~$I_{m_1} = \sqrt{3}\, I_{m_2} = \sqrt{3} \cdot I_{m_2}$~~

$$I_{m_1} = \sqrt{3}\, I_{m_2}$$

$$\boxed{\begin{gathered} q_c = max \\ E = U_c \end{gathered}}$$

ЗСЭ для I:

$$\boxed{\frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_{m_1}^2}{2}}$$

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

$$I_{m_1} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot E$$

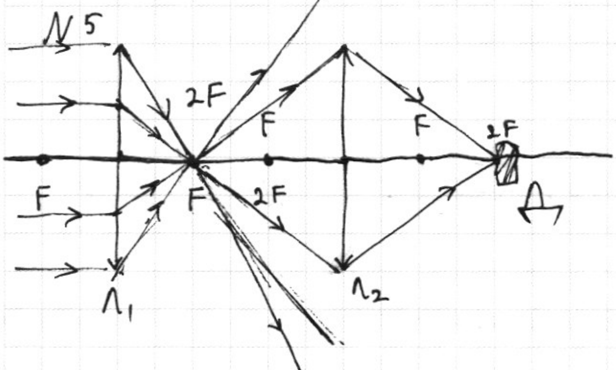
$$I_{m_2} = \sqrt{\frac{C}{3L}} \cdot E$$

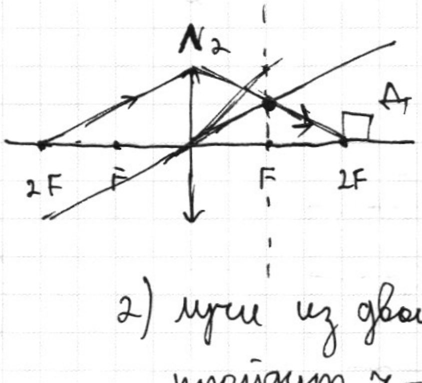
Ответ: 1) $T = 2\pi \cdot \sqrt{3LC}$

2) $I_{m_1} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot E$

3) $I_{m_2} = \sqrt{\frac{C}{3L}} \cdot E$

№5




1) после первой линзы пучок соберется в фокусе (для второй линзы – это двойной фокус)

2) лучи из двойного фокуса пройдут ч-з линзу и снова соберутся в двойном фокусе

$$Л_2Д = 2F_0$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

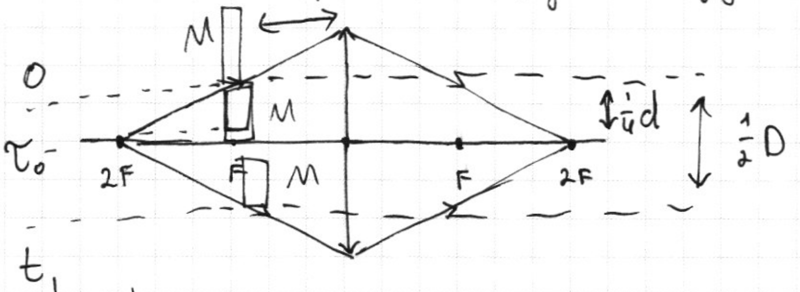
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. Рассмотрим вторую линзу и под. мишень:




d - диаметр мишени

Пусть, в момент времени

1) $t=0$ мишень начинает пересекать пучок лучей.

2) $t=\tau_0$ мишень „внутри" пучка

3) $t=t_1$ мишень снова начинает пересекать пучок.

Пусть $\underbrace{I = S \cdot k}$, где:

k - некий коэф.

S - площадь св. потока,

тогда:

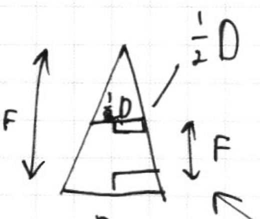
$I_0 = S_л^{линзы} \cdot k$

$I_1 = (S_л - S_м^{мишени}) \cdot k = \frac{3}{4} I_0$

$S_M = \frac{1}{4} S_л$

$S_л = \pi \frac{D^2}{4}$

$S_M = \pi \frac{d^2}{4}$




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

$d = \frac{D}{2}$, но!   $d = \frac{D}{4}$

! это было бы верно, если бы мишень падала вплотную к линзе.

В нашем случае $d = \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{2} = \frac{D}{4}$ (из-за подобия)

Иначе ~~вода~~ мишень закроет весь поток и $I=0$.

$t_1 = 2\tau_0$, т.к.

$d_м = \frac{1}{4} D_л$

мишень дважды проходит расстояние в $\frac{D}{4}$

за время:

$(\tau_0 - 0) + (t_1 - \tau_0)$

$\underbrace{t_1 = 2\tau_0}$

$V = \frac{\frac{1}{2}D}{2\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$

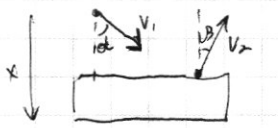
Ответ: 1) $A_2Д = 2F_0$

2) $V = \frac{D}{4\tau_0}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



**N 1**

$V_x = V_1 \cdot \cos\alpha = V_1 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4}$

$V_y = const = V_1 \cdot \sin\alpha = \frac{3}{4} V_1$

$V_{2x} = V_1 \cdot \cos\alpha + 2U = \frac{\sqrt{7}}{4} V_1 + 2U$

$V_{2y} = V_y = V_1 \cdot \sin\alpha = \frac{3}{4} V_1$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$tg\,\beta = \frac{V_{2y}}{V_{2x}} = \frac{\frac{3}{4}V_1}{\frac{\sqrt{7}}{4}V_1 + 2U} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$V_2 = \sqrt{V_{2y}^2 + V_{2x}^2} = \sqrt{\frac{9}{16}V_1^2 + \frac{7}{16}V_1^2 + \sqrt{7}V_1 \cdot U + 4U^2}$

$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 4U^2 + \sqrt{7}V_1 \cdot U}$

$\frac{\frac{3}{4}V_1}{\frac{\sqrt{7}}{4}V_1 + 2U} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\frac{\sqrt{7}}{4}V_1 + 2U = \frac{3\sqrt{3}}{4}V_1$

$2U = \frac{3\sqrt{3}}{4} \cdot V_1 - \frac{\sqrt{7}}{4}V_1$

$2U = \frac{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}{4} V_1$

$U = \frac{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}{8} V_1$

$U = \frac{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}{8} V_1$

$U = (3\sqrt{3}-\sqrt{7}) \frac{м}{с}$

$U = 5,1 - 2,6 = 2,5 \frac{м}{с}$

$V_2 = \sqrt{64 + 4 \cdot 2,5 \cdot 2,5 + \sqrt{7} \cdot 8 \cdot 2,5}$

$= \sqrt{64 + 25 + 2,6 \cdot 20} = \sqrt{64+25+52}$

$= \sqrt{141} \approx 12 \frac{м}{с}$

$89 + 52 = 141$

$3\sqrt{3} \approx 5,1$

$\sqrt{3} \approx 1,7$

$\sqrt{4} < \sqrt{7} < \sqrt{9}$

$2 < 2,6 < 3$

Ответ: $V_2 = 12 \frac{м}{с}$

$U = 2,5 \frac{м}{с}$

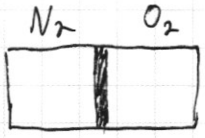
$mV_{1x} - Mu = -MU - m(V_{1x} + 2U)$

$\cancel{mV_{1x} + MU} =$

$\cancel{MU - mV_{1x}}$ — $\cancel{mV_{1x} - MU} = -MU$

$\cancel{MU - mV_{1x} = MU + m(V_{1x} + 2U)}$

2.




$\nu_{N_2} = \nu_{O_2} = \frac{3}{7}$ моль

$N_2$ $T_1 = 300K$

$O_2$ $T_2 = 500K$

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$25 \cdot 0{,}3 = 7{,}5$

$25 \cdot 8{,}31 =$

$= 25 \cdot 8 + 25 \cdot 0{,}31$

$\overset{\shortparallel}{200}$ $\quad \overset{\shortparallel}{7{,}75}$

$25 \cdot 8{,}31 = 200 + 25 \cdot 0{,}31$

$\shortparallel\ 207{,}75 \cdot 15$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_1 S = p_2 S$

$p_1 = p_2$

$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$

$5V_1 = 3V_2$

$V_1 = \frac{3}{5} V_2$

$V_{N_2} = 0{,}6\, V_{O_2}$

$$
\begin{array}{r}
20775 \\
\times\ 15 \\
\hline
103875 \\
+\ 20775\phantom{0} \\
\hline
3116{,}25
\end{array}
$$

$3116{,}25$ Дж

$Q_1 + Q_2 = c\nu_2 T_2$

$\overset{\shortparallel}{c\nu_1 T_1}$

~~$Q_1 = Q_1' + \Delta Q$~~ $\quad Q_1' = Q_1 + \Delta Q$

~~$c\nu T_1 = c\nu T_1' + \Delta Q$~~

$Q_1' = Q_2'$

$c\nu_1 T_1' = c\nu_2 T_2'$

$T_1' = T_2'$

$c\nu_1 T_1 + c\nu_2 T_2 = 2c\nu T_1'$

$c\nu \cdot (T_1 + T_2) = 2c\nu T_1'$

$T_1' = \frac{T_1 + T_2}{2} = \underline{400K}$

$\Delta Q = c\nu T_1' - c\nu T_1^* = c\nu \cdot (\underbrace{T_1' - T_1^*}_{100K}) =$

$= \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot 100 = \frac{15}{4} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = \underline{25 \cdot 15 \cdot 8{,}31\ Дж}$

Ответ: 1) $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = 0{,}6$

2) 400K

3) 3116,25 Дж

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

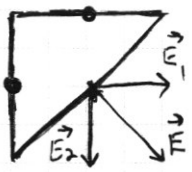
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3




$\sqrt{2}$

$\sigma = \frac{q}{S}$

$E_1 = E_2 \quad E = E_1 \cdot \sqrt{2}$

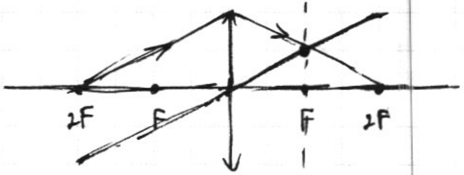
$\frac{\pi}{7} = \frac{180}{7} \approx 25^\circ$

$\frac{\pi d^2}{4}$

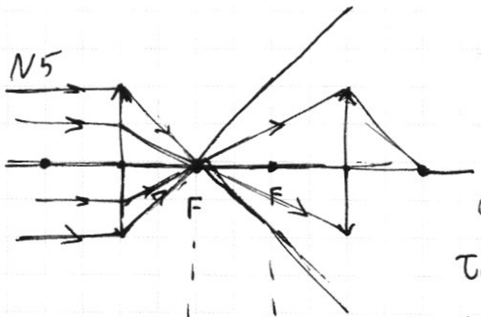

$k \cdot \frac{\pi D^2}{4} - k\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3}{4} k \frac{\pi D^2}{4}$

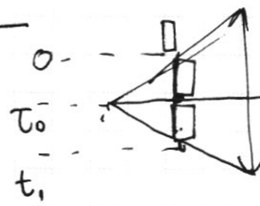
$\frac{1}{4} k \cdot \frac{\pi D^2}{4} = k \frac{\pi d^2}{4}$

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

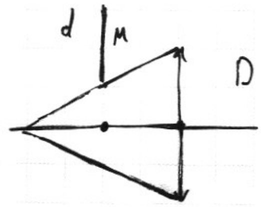



N5



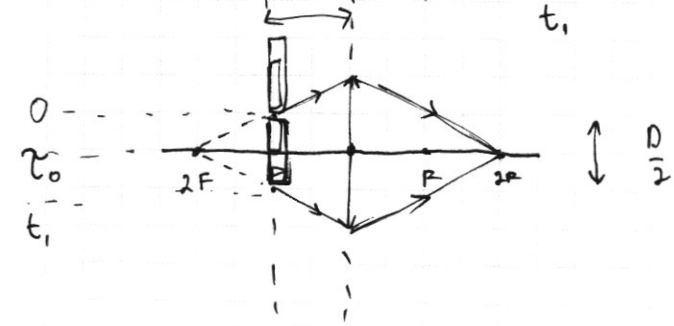




1) $2F_0$




$S_Л = \pi \frac{D^2}{4}$

$S_M = \pi \frac{d^2}{4}$




$I = S_{св} \cdot k$

$I_0 = S_Л \cdot k$

$I_1 = (S_Л - S_M) \cdot k = \frac{3}{4} I_0$

$d^2 = \frac{D^2}{4}$ т.к подобие

$d = \frac{D}{4}$ - диаметр мишени

$S_Л k - S_M \cdot k = \frac{3}{4} \cdot S_Л \cdot k$

$S_M \cdot k = \frac{1}{4} S_Л \cdot k$

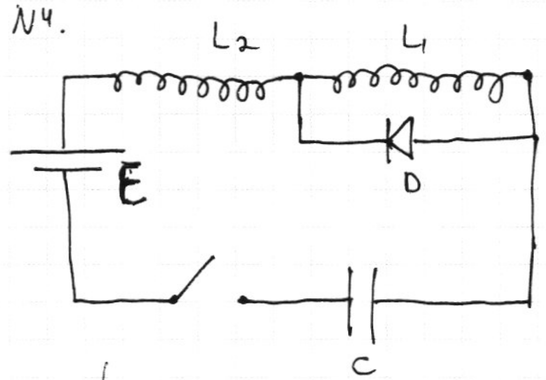
$S_M = \frac{1}{4} S_Л \qquad \frac{D^2}{\cancel{4}} \cdot \frac{1}{4} = \frac{d^2}{\cancel{4}}$

$t_1 = 2\tau_0$

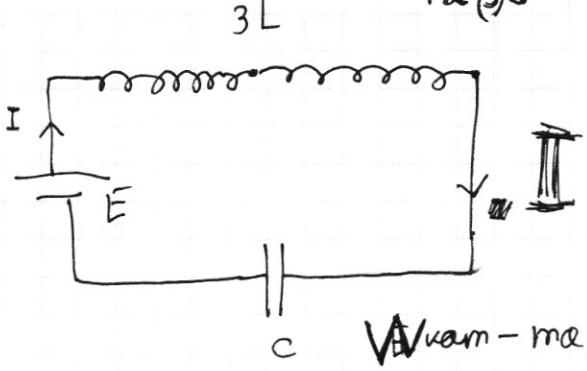
~~$t_1 = \tau_0$~~

$V = \frac{\frac{1}{2}D}{2\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$

N4. 12 (3) 5

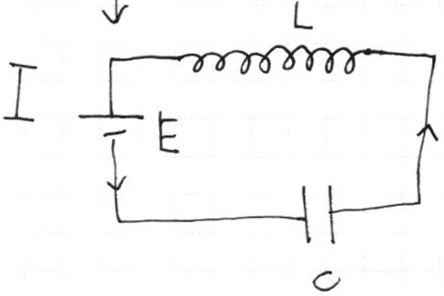



→




Vкат – max

↓




Конд. заряжен

~~идет разря~~

разряжается

$q_c = max$

$\cancel{\text{I) } E = E_{is_1} + E_{is_2} + U_c}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$


$\cancel{\frac{CU^2}{2} = \frac{3LI^2}{2}}$

$\cancel{CU^2 = 3LI^2}$

$\cancel{\text{I } E = E_{is_1} - U_c}$

$\cancel{\text{II } E = E_{is_2} - U_{c_2}}$

I $U_c - E_{is_1} - E = 0$

$U_c = E + E_{is_1}$

II $E_{is_2} + E - U_c = 0$

$U_c = E + E_{is_2}$

I

$\cancel{U_c - E_{is_1} - E = 0}$

$\cancel{U_c = E_{is} + E}$

$L\frac{\Delta I}{\Delta t} = q'$

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$q = CU_c$

$\cancel{C = \frac{q}{U_c}}$

$\cancel{U_c = \frac{q}{C}}$

$\cancel{\frac{q}{C} = E_{is} + E}$

$\cancel{E = E_{is} - U_c}$

$E_{is_1} = \frac{L\Delta I}{\Delta t}$

$E_{is_2} = \frac{3L\Delta I}{\Delta t}$

$\frac{LI_1^2}{2} = \frac{3LI_2^2}{2}$

$I_1^2 = 3I_2^2$

$I_{m_1} \quad I_{m_2}$

$I_1 = \sqrt{3} I_2$

$\frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_1^2}{2}$

$CU_c^2 = LI_1^2$

$U_c^2 = \frac{L}{C} \cdot I_1^2$

$U_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot I_1$

$E + \frac{L\Delta I}{\Delta t} = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot I_1 m$

$E + L \cdot q' = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot I_1 \, max$

☑ 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

I. $U_c = E + E_{is}$

$$\frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_1^2}{2}$$

$$CU_c^2 = LI_1^2 \qquad | : LC$$

$$\sqrt{C} \cdot (E + E_{is}) = \sqrt{L} \cdot I_1$$

$$\sqrt{C} \cdot (E + Lq') = \sqrt{L} \cdot I_1$$

$$E\sqrt{C} + \sqrt{C} \cdot L \cdot q_m \cdot \cos(wt) = \sqrt{L} \cdot q_m \cdot w$$

$$E \cdot \sqrt{C} = \sqrt{L} \cdot q_m \cdot w - \sqrt{C} \cdot L \cdot q_m \cdot \cos(wt)$$

$$E \cdot \sqrt{C} = \sqrt{L} \cdot q_m \cdot (w - \sqrt{LC} \cdot \cos(wt))$$

$$\frac{E \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}}{q_m} = w - \sqrt{LC} \cdot \cos(wt)$$

$$\frac{U_c^2}{L} = \frac{I_1^2}{C}$$

$$\frac{U_c}{\sqrt{L}} = \frac{I_1}{\sqrt{C}}$$

$$q = q_m \cdot \cos(wt)$$

$$I = q' = w \cdot q_m \cdot \sin(wt)$$

$$I_1 = q_m \cdot w$$

$q = CU$

$$U_c = \frac{q}{C} = \frac{q_m \cdot \cos(wt)}{C}$$

$$U_c = \frac{q_m}{C}$$

$$CU_c^2 = LI_1^2$$

$$\frac{q_m^2}{C} = \frac{q_m^2 \cdot w^2}{L}$$

$$\frac{E + L \cdot q'}{\sqrt{L}} = \frac{q_m \cdot w}{\sqrt{C}}$$

$E + L q'$

$$w = \sqrt{LC}$$

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

$$\frac{E + L \cdot w \cdot q_m \cdot \sin(wt)}{\sqrt{L}} = \frac{q_m \cdot w}{\sqrt{C}}$$

$$E - L \cdot w \cdot q_m \cdot \sin(wt) = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot q_m \cdot w$$

$$E = I_m \cdot \left(\sqrt{\frac{L}{C}} + L \cdot \sin(wt)\right)$$

$$E = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot q_m \cdot w + L \cdot w \cdot q_m \cdot \sin(wt)$$

$$E = q_m \cdot w \cdot \left(\sqrt{\frac{L}{C}} + L \cdot \sin(wt)\right)$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$\frac{3LI_2^2}{2} = \frac{CU_c^2}{2}$$ $$U_c = \frac{q_m}{C}$$ $$q = q_m \cdot \cos(wt)$$

$$I = q' = -w \cdot q_m \cdot \sin(wt)$$

$$3LI_2^2 = CU_c^2$$ N 4. $$I_{M2} = I_2 = q_m \cdot w$$

$$3LI_2^2 = \frac{q_m^2}{C}$$

$$3LC \cdot q_m^2 w^2 = q_m^2$$ $$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{\sqrt{3LC}} = \cancel{\frac{2\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{3}}}$$

$$w^2 = \frac{1}{3LC}$$

$$\cancel{T = \frac{2\pi}{w} = 2\sqrt{3}\cdot\pi\sqrt{LC}}$$

$$w = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$$

$$\begin{cases} \frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_1^2}{2} \\ \frac{CU_c^2}{2} = \frac{3LI_2^2}{2} \end{cases}$$ $$I_{M1} = \sqrt{3}\, I_{M2}$$

$$I_{M2} = q_m \cdot w$$

$$I_{M1} = q_m \cdot w \cdot \sqrt{3}$$

$$U_c = E$$

$$\frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_1^2}{2}$$ $$q_m = C \cdot U_c = CE$$

$$\frac{CE^2}{2} = \frac{L \cdot 3q_m \cdot w}{2} = \frac{L \cdot 3CE \cdot w}{2}$$ $$E - U_c = 0$$

$$U_c = E$$

$$\frac{CE^{\cancel{2}}}{\cancel{2}} = \frac{3L\cancel{C}\,\cancel{E}\cdot w}{\cancel{2}}$$ $$\frac{CU_c^2}{2} = \frac{LI_{M1}^2}{2}$$

$$E = 3L\,w$$ $$CU_c^2 = LI_{M1}^2$$

$$U_c = 3L \cdot w$$ $$\frac{C}{L}E^2 = I_{M1}^2$$

$$q_m = 3LC \cdot w$$

$$I_2 = q_m \cdot w = 3LC \cdot w^2$$ $$I_{M1} = \sqrt{\frac{C}{L}}\,E$$

$$I_1 = 3\sqrt{3}\,LC \cdot w^2$$ $$I_{M2} = \sqrt{\frac{3C}{L}} \cdot E$$

$$\cancel{I_2 = 3LC \cdot \frac{1}{3LC}}$$

$$I_2 = q_m \cdot w = CE \cdot \frac{1}{\sqrt{3LC}} = E \cdot$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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