Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

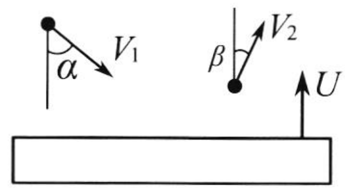
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



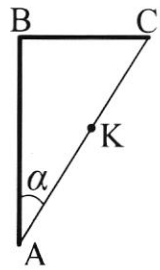
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 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?

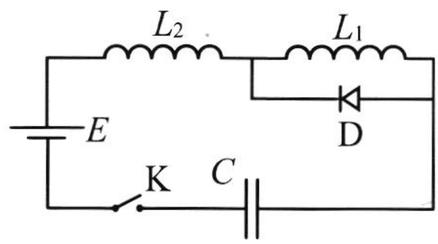
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

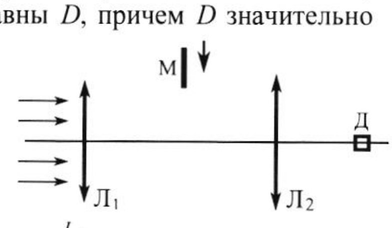
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

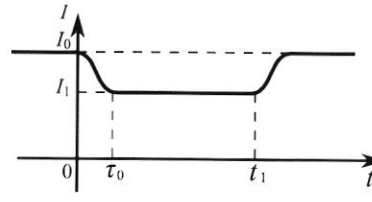
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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 Л₁ и Л₂ (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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

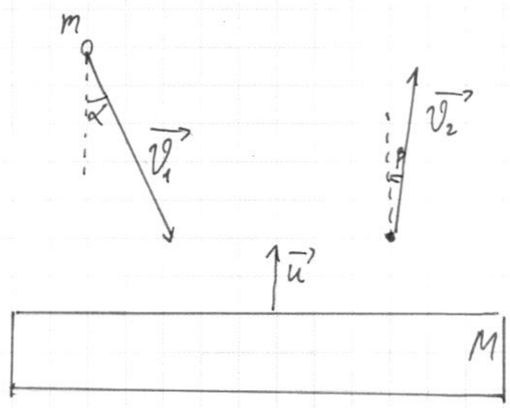
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Дано:

$v_1 = 12\ \frac{м}{с}$

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

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

1) v_2 – ?

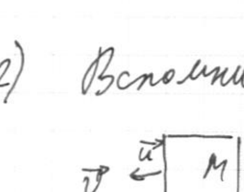
2) u – ?

1) Плита гладкая => силы трения нет, а все остальные внешние силы, действующие на шарик, направлены вертикально (сила тяжести и сила $\vec{N}$). Тогда в проекции на горизонтальную ось для шарика выполняется закон сохранения импульса:

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

$$v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{12 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = 18\ \frac{м}{с}$$

2) Вспомним задачу о движении шарика навстречу плите:



Т.к. $M >> m$, скорость плиты не изменяется и мы можем, например, пересесть в С.О., связанную с плитой, тогда шарик будет лететь к плите со скоростью $v+u$. После удара он отскакивает со скоростью $v+u$, если удар упругий, или 0, если абсолютно неупругий. В системе отсчёта, связанной с Землёй, его скорость отскока будет между $v+2u$ и u, т.к. в нашей задаче удар неупругий.

Вернёмся к нашей задаче. Перпендикулярная поверхности составляющая скорости отскока будет лежать между u и $V_{01}+2u$, где V_{01} – перпендикулярная поверхности составляющая начальной скорости.

$$\cancel{V_2\cos\beta >}$$

$$V_1\cos\alpha + 2u > V_2\cos\beta > u$$

$$u > \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

Итак, $$V_2\cos\beta > u > \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2}$$

$$18\cdot\frac{2\sqrt2}{3} > u > \frac{18\cdot\frac{2\sqrt2}{3} - 12\cdot\frac{\sqrt3}{2}}{2}$$

$$12\sqrt2 > u > 6\sqrt2 - 3\sqrt3$$

При таких значениях u возможен удар, описанный в задаче.

Ответ: 1) $18\ \frac{м}{с}$

2) ~~$u \in (6\sqrt2 - 3\sqrt3$~~ $u \in (6\sqrt2 - 3\sqrt3;\ 12\sqrt2)\ \frac{м}{с}$

№2

$\nu = \frac{6}{7}$ моль

$T_1 = 350\,K$

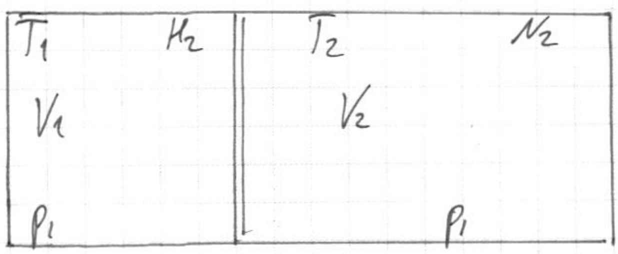
$T_2 = 550\,K$

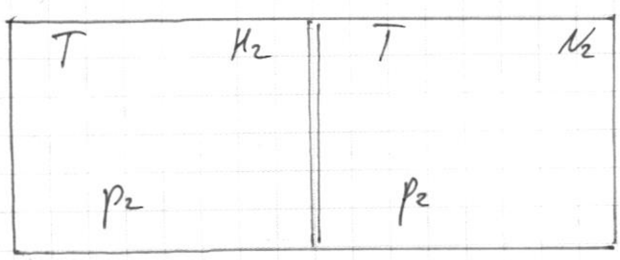
$i = \frac{5}{2}$

$\frac{V_1}{V_2}$ – ?

T – ?

Q – ?





ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Ур-ние Менделеева-Клапейрона:

$p_1 V_1 = \nu R T_1$ — H_2 Давление одинаково, т.к. пока температуры не начали выравниваться, поршень покоился.

$p_1 V_2 = \nu R T_2$ — N_2

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$

2) Пусть объём всего сосуда $V_1 + V_2 = 18 V_0$, тогда $V_1 = 7V_0$, $V_2 = 11 V_0$

Первое начало термодинамики:

$Q_H = A_H + \Delta U_H$ — для водорода. В конце температуры и давление равны, значит объёмы тоже будут равны (из ур-ние Менделеева-Клапейрона)

$Q = A_H + \Delta U_H$

Водород получает только Q теплоты от азота.

$A_H = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_{2H} - V_{1H}) = (p_1 + p_2) \cdot V_0$, $V_{2H} = 9V_0$, $V_{1H} = 7V_0$

$Q_N = A_N + \Delta U_N$

$A_N = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_{2N} - V_{1N}) = (p_1 + p_2) \cdot (-V_0) = -A_H$ $V_{2N} = 9V_0$, $V_{1N} = 11 V_0$

Азот отдаёт Q теплоты водороду:

$Q_N = -Q$.

$-Q = -A_H + \Delta U_N \Rightarrow |\Delta U_N| = |\Delta U_H|$

$$\frac{5}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T)$$

$$T - T_1 = T_2 - T$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450 \text{ K}$$

3) Первое начало термодинамики: (для водорода)

$Q_H = A_H + \Delta U_H$

$A_H = (p_1 + p_2)V_0 = p_1 V_0 + p_2 V_0$

Согласно ур-нию Менделеева-Клапейрона:

$p_1 \cdot 7V_0 = \nu R T_1 \Rightarrow p_1 V_0 = \frac{\nu R T_1}{7}$

~~$p_2 \cdot 11V$~~ $p_2 \cdot 9V_0 = \nu R T \Rightarrow p_2 V_0 = \frac{\nu R T}{9}$

$A_H = \frac{\nu R T_1}{7} + \frac{\nu R T}{9}$

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

$Q_H = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{\nu R T_1}{7} + \frac{\nu R T}{9} = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot R \cdot 100 +$

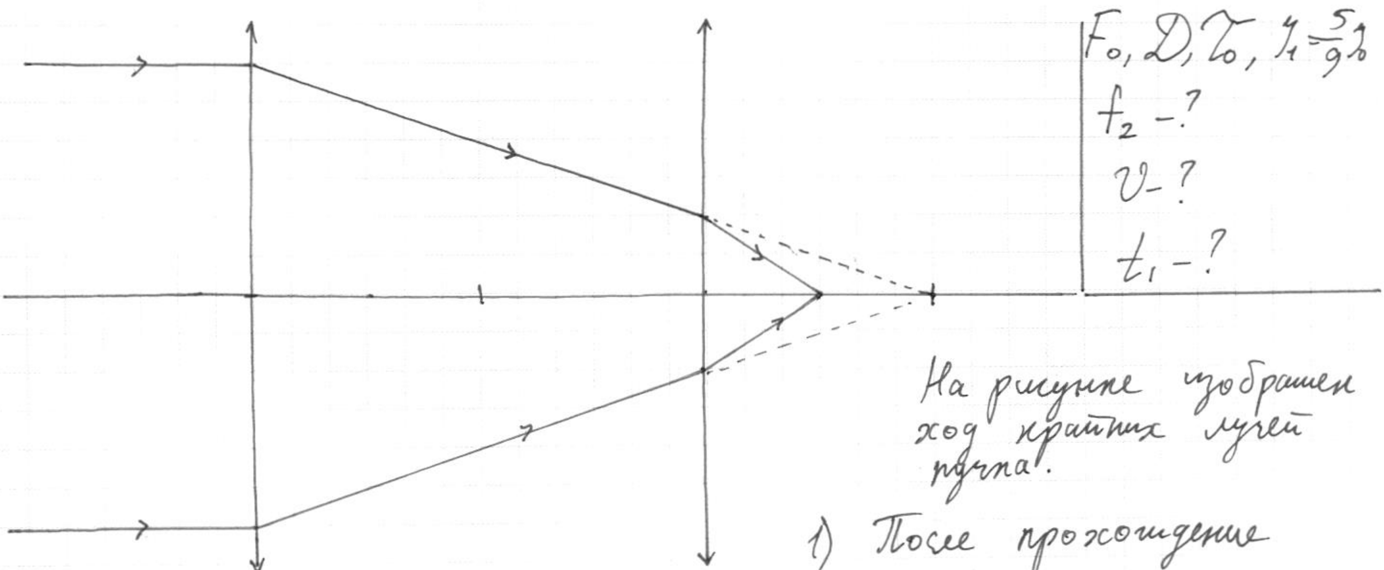
$+ \frac{\frac{6}{7} \cdot R \cdot 350}{7} + \frac{\frac{6}{7} \cdot R \cdot 450}{7} = 300R = 2493$ Дж

Ответ: 1) $\frac{7}{11}$

2) 450 K

3) 2493 Дж

№5



$F_0, D, \tau_0, \tau_1 = \frac{5}{9}\tau_0$

f_2 - ?

v - ?

t_1 - ?

На рисунке изображен ход крайних лучей пучка.

1) После прохождение первой линзы свет соберётся в её фокусе на расстоянии $f_1 = 3F_0$ от этой линзы. Данное изображение можно рассмат-

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ривать как мнимый предмет для второй линзы, тогда расстояние от предмета до этой линзы $d_2 = -F_0$.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0}$

$$\frac{1}{-F_0} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0}$$

$f_2 = \frac{F_0}{2}$, что видно на чертеже.

2) $J_1 = \frac{5}{9} J_0$ => мишень перекрывает $\frac{4}{9}$ светового потока.

Т.е. площадь ~~пят~~ мишени и площадь пучка на расстоянии F_0 от первой линзы относятся как $\frac{4}{9}$, значит диаметр мишени и диаметр пучка в этом месте как $\frac{2}{3}$.

Из подобия Δ диаметр пучка на расстоянии F_0 от $Л1$:

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

$\frac{D_м}{D_1} = \frac{2}{3}$ => $D_м = \frac{4}{9} D$, $D_м$ – диаметр мишени.

$$v \cdot \tau_0 = D_м$$

$$v = \frac{D_м}{\tau_0} = \frac{4}{9} \frac{D}{\tau_0}$$

3) τ_1 – момент, когда нижний конец мишени прошёл весь пучок, т.е. расстояние D_1, со скоростью v:

$$t_1 = \frac{D_1}{v} = \frac{\frac{2}{3} D}{\frac{4}{9}\frac{D}{\tau_0}} = \frac{3}{2} \tau_0$$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$

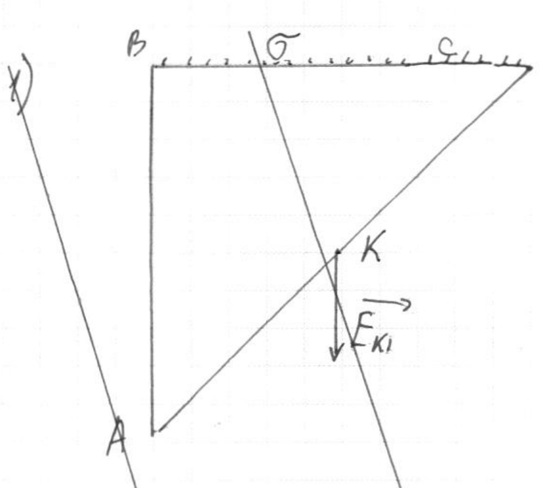
2) $\frac{4}{9} \frac{D}{\tau_0}$

3) $\frac{3}{2} \tau_0$

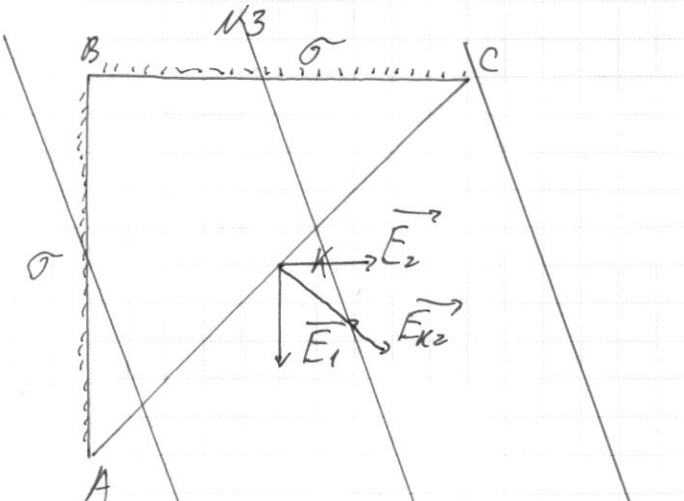
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

1)

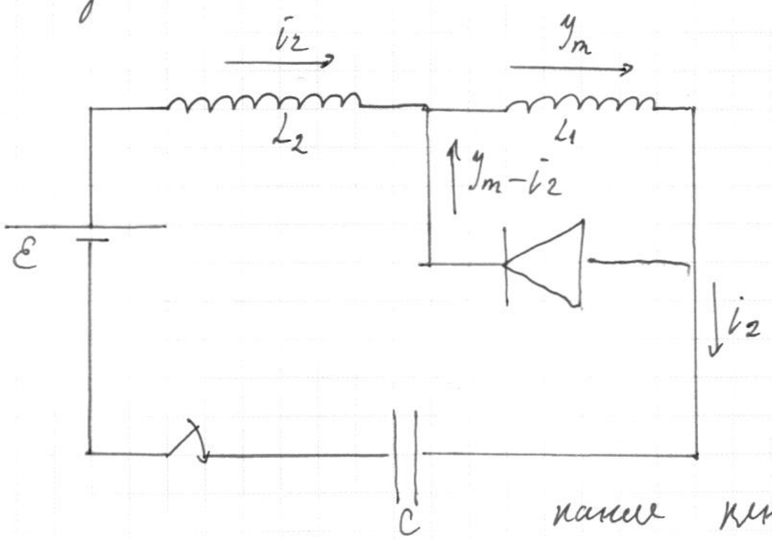


№3



Когда заряжена только пластина BC: $E_{K1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = E_1$ напряженность в точке K это только напряженность от BC.

Когда



№4

$L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, C, ℰ

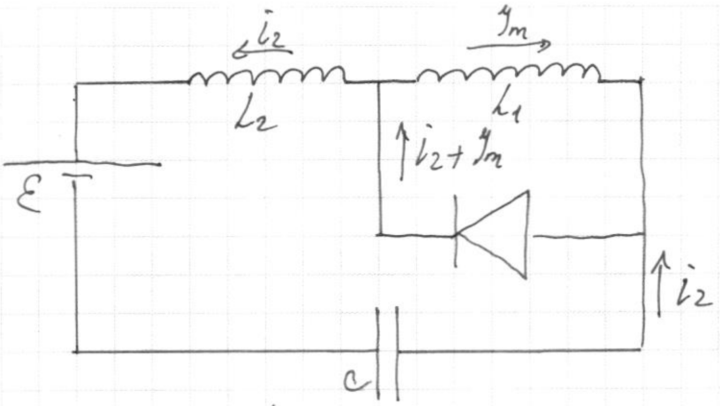
T – ?

I_{m1} – ?

I_{m2} – ?

1) В начале после замыкания ключа ток пойдёт через обе катушки и конденсатор будет заряжаться. Ток достигнет максимального значения I_m, дальше будет уменьшаться. Но на L_1 он не может уменьшиться, т.к. тогда там возникнет ЭДС индукции, которое будет направлено по часовой стрелке, диод будет открыт и не сможет создать напряжение, чтобы компенсировать это ЭДС, чтобы выполнялось II правило Кирхгофа. Поэтому ток будет уменьшаться только на L_2, ток через L_1 равен I_m. Когда ток на L_2 уменьшится до 0, в контуре, содержащем диод и L_1 будет идти ток I_m.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Потом ток пойдёт в обратном направлении, достигнет максимума I_2 и уменьшится до 0. Затем всё повторится.

Всё это время ток через L_1 равен I_m, т.к. он не может уменьшиться. Поэтому период колебаний $T = \infty$.

2) Максимальный ток через L_1 равен I_m. $I_{m1} = I_m$.

Закон изменения энергии: (между началом и моментом $i_1 = i_2 = I_{m1}$)

$$q\mathcal{E} = \frac{4L I_{m1}^2}{2} + \frac{3L I_{m1}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

По II правилу Кирхгофа: $\mathcal{E} - L_2\frac{di_2}{dt} - L_1\frac{di_1}{dt} = \frac{q}{C}$

Когда $i_2 = i_1 = I_{m1}$ $\mathcal{E} = \frac{q}{C}$ $q = C\mathcal{E}$

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

$$C\mathcal{E}^2 = 7L I_{m1}^2$$

$$I_{m1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{7L}}$$

3) Вправо через L_2 максимальный ток равен I_{m1}. Найдём максимальный ток влево. Для этого найдём макс. заряд конденсатора.

~~ЗСЭ (между~~ Закон изменения энергии (между началом и моментом $q = q_m$):

$$q_m \mathcal{E} = \frac{4L I_{m1}^2}{2} + \frac{q_m^2}{2C}$$

$$\frac{q_m^2}{2C} - \mathcal{E}\cdot q_m + \frac{4L\cdot I_{m1}^2}{2} = 0$$

$$\frac{q_m^2}{2C} - \mathcal{E} q_m + \frac{2}{7}C\mathcal{E}^2 = 0$$

$$q_m = \frac{14C\mathcal{E} + \sqrt{84}\,C\mathcal{E}}{14} = C\mathcal{E} + \frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}$$

Можно записать закон изменение энергии между моментом $q = q_m$ и моментом $i_2 = \cancel{I}\ I$ – макс. влево:

Из II правила Кирхгофа i_2 – макс, когда $q = C\mathcal{E}$.

$$-\frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2 = \frac{3L\cdot I_2^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4L\cdot I_{m1}^2}{2} - \left(\frac{4L\cdot I_{m1}^2}{2} + \frac{q_m^2}{2C}\right)$$

$$-\frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2 = \frac{3L I_2^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2 - \frac{5}{7}C\mathcal{E}^2$$

$$\frac{3}{14}C\mathcal{E}^2 = \frac{3L\cdot I_2^2}{2}$$

$$I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}} = I_{m1}.$$

Получим, что максимальный ток влево тоже I_{m1}.

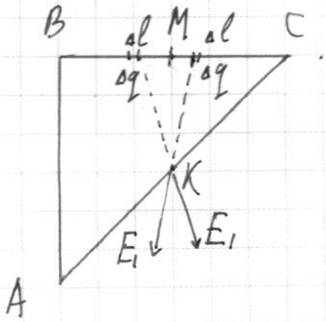
Значит $I_{m2} = I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$.

Ответ: 1) $T = \infty$

2) $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3) $I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

№3

1) 

Т.к. ~~отрезок~~ плоскость BC симметричен относительно KM, то если мы будем рассматривать маленький участок Δl зарядом Δq, то симметричный ему участок плоскости создаёт такую же напряжённость E_1, но такую, что их горизонтальные составляющие взаимо-

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

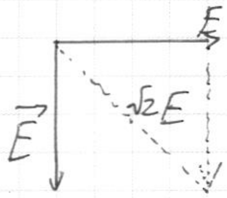
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(третьи составляющие, направленные от нас или к нам уничтожаются, если рассмотреть участки симметричные относительно плоскости рисунка)

уничтожаются. Просуммировав все такие участки Δl, мы получим напряжённость $\vec{E}$, направленную вертикально вниз (примем заряд +).

Если зарядить плоскость AB, то она аналогично создаст напряженность E, направленную вправо.

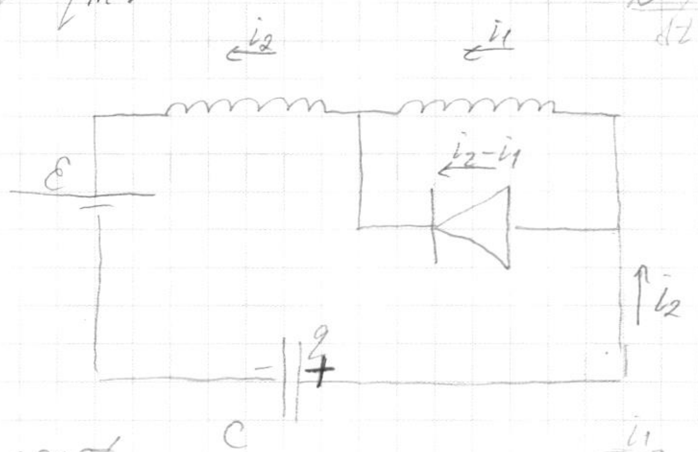


По принципу суперпозиции суммарная напряжённость равна $\sqrt{2}E$.

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

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

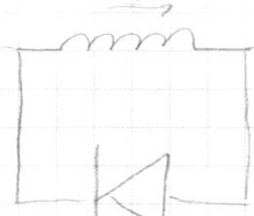
Конденсатор заряжен до q_m. $\frac{L\,di_1}{dt}$



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

$q_m = 2C\mathcal{E}$

$\frac{q^2}{2C} + \frac{L_1 i_1^2}{2} + \frac{L_2 i_2^2}{2} = const$

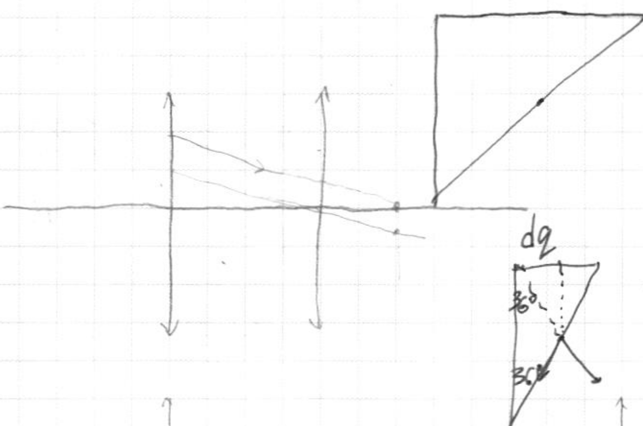


$\frac{2q\cdot i_2}{2C} + \frac{L_1}{2}\cdot 2i_1\cdot i_1' + \frac{L_2}{2}\cdot 2i_2\cdot i_2' = 0$

$\frac{q i_2}{C} + L_1 i_1\cdot i_1' + L_2\cdot i_2\cdot i_2' = 0$

$\frac{1}{-F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f} = \frac{2}{F}$ $\quad f = \frac{F}{2}$

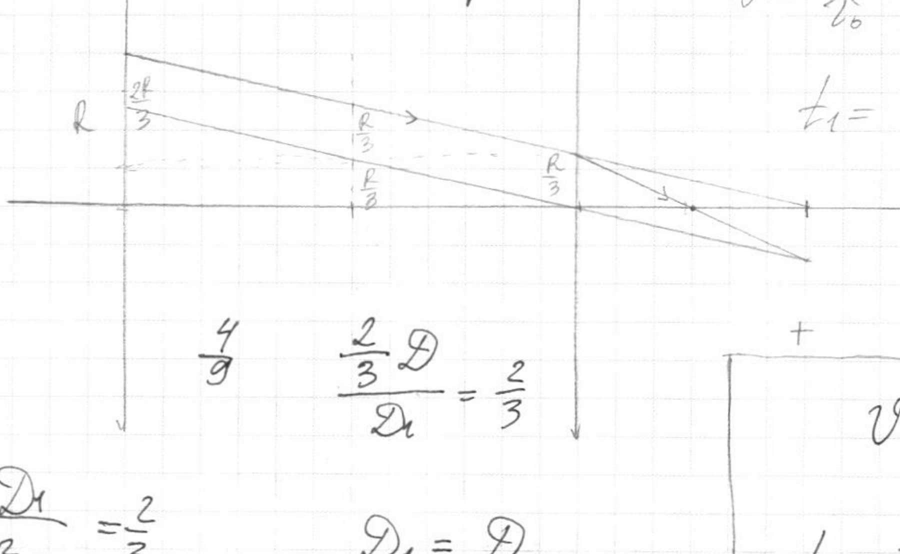


Мишень перекрывает $\frac{4}{9}$ света

$k\,dq$ $D_1 = \frac{4}{9}\cdot\frac{2D}{3} = \frac{8}{27}D$ диаметр мишени

$v = \frac{D_1}{\tau_0} = \frac{8}{27}\frac{D}{\tau_0}$

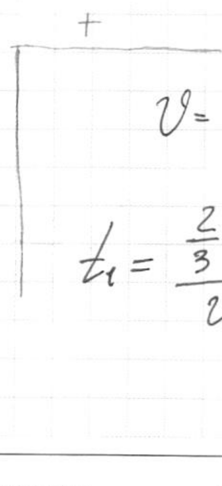
$t_1 = \frac{2D}{3v} = \frac{2D}{3}\cdot\frac{27}{8}\frac{\tau_0}{D} = \frac{9}{4}\tau_0$



$\frac{4}{9}$ $\quad \frac{\frac{2}{3}D}{D_1} = \frac{2}{3}$

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

$D_1 = \frac{4}{9}D$



$v = \frac{D_1}{t_0} = \frac{4}{9}\frac{D}{t_0}$

$t_1 = \frac{\frac{2}{3}D}{v} = \frac{\frac{2}{3}D}{\frac{4}{9}\frac{D}{t_0}} = \frac{3}{2}t_0$

☑ 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)»

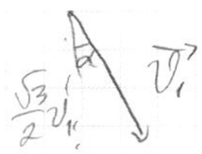
ШИФР

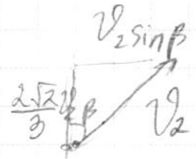
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

σ

$\cancel{-mV_{1y} + mV_{2y}}$



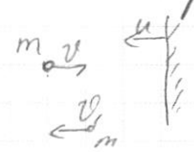


$V_1\sin\alpha = V_2\sin\beta$

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

$N_\Delta t = mV_2\cos\beta - mV_1\cos\beta$

$A = \left(\frac{p_1+p_2}{2}\right)(V_2-V_1) =$



$= (p_1+p_2)V_0$

$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{8}{9}$ $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

$\frac{\sqrt{3}}{2}V_1 + 2u = \frac{2\sqrt{2}V_2}{3}$

$6\sqrt{3} + 2u = \frac{2\cdot\sqrt{2}\cdot 18}{3} = 12\sqrt{2}$

$-mV + Mu = mV_1 + Mu$

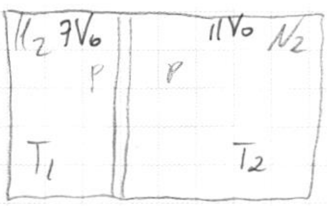
$3\sqrt{3} + u = 6\sqrt{2}$

$u = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3} = 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})$

$p_1 \cdot 7V_0 = \nu RT_1$

$p_2 \cdot 9V_0 = \nu RT$

$\underline{\nu RT_1}$



$p_1V_1 = \nu RT_1$

$p_1V_2 = \nu RT_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$

$12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}$

$\Delta U = 0$

$\frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T_2-T)$

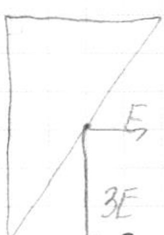
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}$ – напряженость плоскости

$Q_н = A_н + \Delta U_н$

$Q = A + \Delta U$

$Q_л = A_л + \Delta U_л$

$-Q = -A - \Delta U$



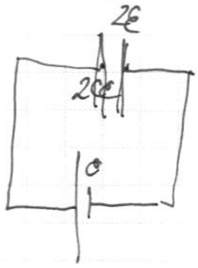
$q\mathcal{E} = \frac{q^2}{2C} + \cancel{\frac{L I_m^2}{2}} + \frac{3L I_2^2}{2} - \cancel{\frac{4L I_m^2}{2}}$

☑ черновик ☐ чистовик

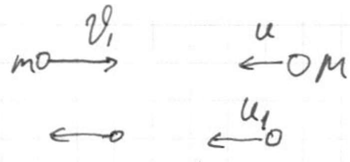
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$-2C\varepsilon^2 = \cancel{\frac{4C\varepsilon^2}{2}} - \frac{C\varepsilon^2}{2} - \frac{4C\varepsilon^2}{2}$



$6\sqrt{3}$

-324

$\frac{5}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot R\cdot 100 =$

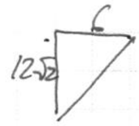
$= \frac{1500}{7}R$

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

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

$\frac{\frac{6}{7}\cdot R\cdot 350}{7} = \frac{300}{7}R$

$144 - \left(2\cdot 18\cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 2\cdot 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 324$



$\frac{\frac{6}{7}\cdot R\cdot 450}{9} =$

$= \frac{300}{7}R$

$\cos\alpha\, v_1 + 2u \geq v_2\cos\beta \geq u$

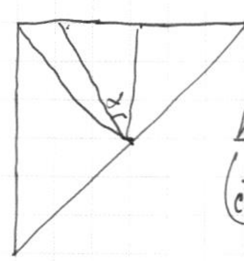
$6\sqrt{3} + 2u \geq 12\sqrt{2} \geq u$

$6\sqrt{2} - 3\sqrt{3} \leq u \leq 12\sqrt{2}$

$288 + 36 = 4$

$\frac{1500}{7}R + \frac{600}{7}R = \frac{2100}{7}R = 300R$

$831 \cdot 3 = 2493$



$\frac{K_\Delta q}{\left(\frac{h}{\cos\alpha}\right)^2} = \frac{K_\Delta q\cos^2\alpha}{h^2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

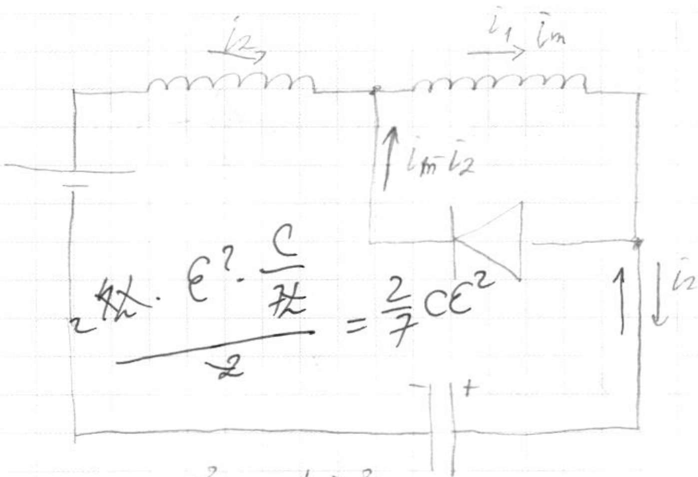
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{2\cancel{4L}\cdot \mathcal{E}^2\cdot\frac{C}{\cancel{7L}}}{\cancel{2}} = \frac{2}{7}C\mathcal{E}^2$$

$\cancel{i_1}\ i_2$

$$\mathcal{E} - L_2 i_2' - L_1 i_1' + \cancel{\frac{q}{C}} = 0 - \frac{q}{C}$$

$$L_1 i_1' = \mathcal{E} - L_2 i_2' - \frac{q}{C}$$

$$\frac{q i_2}{C} + \mathcal{E} i_1 - L_2 i_2' i_1 - \frac{q i_1}{C} +$$

$$+ L_2 i_2 i_2' = 0$$

$$\frac{q}{C}(i_2 - i_1) + L_2 i_2'(i_2 - i_1) + \mathcal{E} i_1 = 0$$

$$q\mathcal{E} = \frac{q^2}{2C} + \frac{L i_m^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}\cdot\mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4L i_m^2}{2} + \frac{3L i_m^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}} = \frac{7L\, I_m^2}{\cancel{2}}$$

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

$$q\mathcal{E} - \frac{q^2}{2C} = \frac{2\cancel{4L}\cdot\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{7L}}}{\cancel{2}} = \frac{2}{7}\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}}$$

$$14C\cdot q\mathcal{E} - 7q^2 = 4C^2\mathcal{E}^2$$

56, 4, 28, 4, 112, 196, 112, 84

$84 = 4\cdot 21$

$$7q^2 - 14C\mathcal{E}q + 4C^2\mathcal{E}^2 = 0$$

$$C^2\mathcal{E}^2\left(1 + \frac{21}{49} + \frac{2\sqrt{21}}{7}\right)$$

$$D = -4\cdot 7\cdot 4C^2\mathcal{E}^2 + 196C^2\mathcal{E}^2 = 84C^2\mathcal{E}^2$$

$$C\mathcal{E}^2\left(\frac{5}{7} + \frac{\sqrt{21}}{7}\right) \qquad \frac{70}{49} = \frac{10}{7}$$

$$q_m = \frac{14C\mathcal{E} + \sqrt{84}\,C\mathcal{E}}{14} = C\mathcal{E} + \frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}$$

$$-\frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2 = \cancel{7L\, I_m}\ \frac{4L I_m^2}{2} + \frac{3L\cdot I_2^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \left(\frac{4L I_m^2}{2} + \frac{q_m^2}{2C}\right)$$

$$\cancel{-\frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2} = \frac{3L\cdot I_2^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \cancel{\frac{\sqrt{21}}{7}C\mathcal{E}^2} - \frac{5}{7}C\mathcal{E}^2 \qquad \frac{10}{14}C\mathcal{E}^2 - \frac{7}{14}C\mathcal{E}^2$$

$$\frac{3}{14}C\mathcal{E}^2 = \frac{3L\cdot I_2^2}{2} \qquad \frac{C\mathcal{E}^2}{7} = L\cdot I_2^2$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)