Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

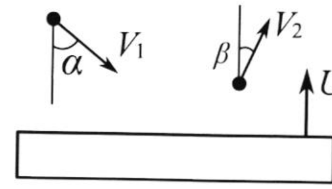
Класс 11

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.

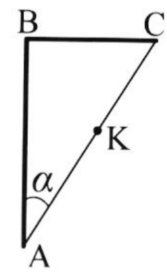
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 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?

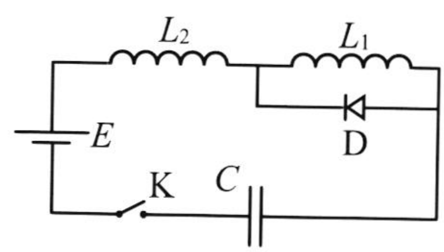
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

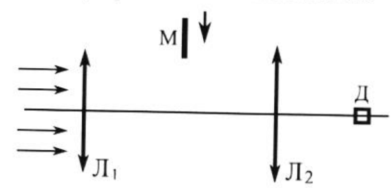


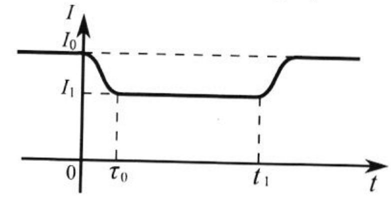
1) Найти период T этих колебаний.

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

Задача 1.

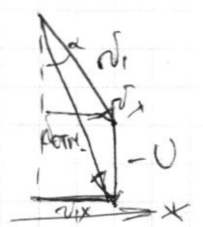
1) плита массивная => изменением её скорости в её С.О. можно пренебречь. Перейдем в С.О. плиты.

По ЗСС: $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер.}$, где $\vec{v}_{абс} = \vec{v}_1$, $\vec{v}_{пер} = \vec{U}$, тогда скорость шарика в С.О. плиты составит:

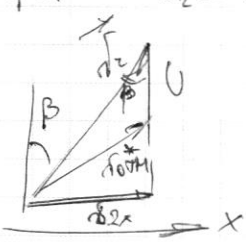
$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_1 - \vec{U}_{}$

2) Нарисуем векторный Δ скоростей:

$(v_1 \sin\alpha)^2 = (v_1\cos\alpha + U)^2 \cancel{+} + v_{отн}^2$



3) ~~Найдем век~~ Построим векторный Δ скоростей после удара $\vec{v}_2 = \vec{v}_{отн}^{\,*} + \vec{U}_{}$

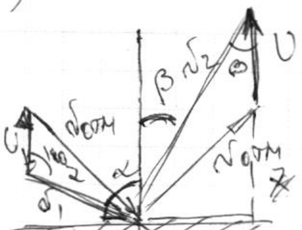


т.к. силы реакции опоры в С.О плиты $\perp$ движению шарика, то ~~импульс~~, а соударение происходит быстро, то импульс, в проекции на плиту сохранится =>

$v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$, откуда $v_2 = \dfrac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{v_2 = \frac{3}{2} v_1 = 18\,\frac{м}{с}}$

г) в С.О. плиты угол падения равен углу отражения =>

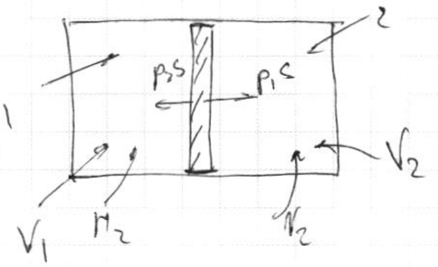


$\Rightarrow (\cancel{v_2 \sin\beta})^2 = \cancel{}$ Найдем U:

$$\begin{cases} v_{отн}^2 = (v_2 \sin\beta)^2 + (v_2\cos\beta - U)^2 \\ v_{отн}^2 = (v_1\cos\alpha + U)^2 + (v_1 \sin\alpha)^2 \end{cases}$$

Задание 2

(1) Рассмотрим силы, действующие на поршень в начале:



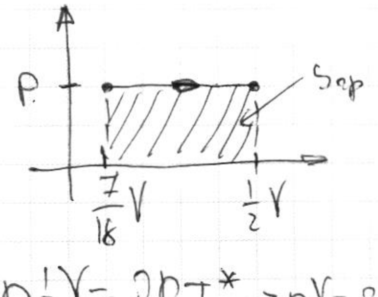
~~p_1S~~ Пусть площадь сечения сосуда S, тогда сила давления H_2: p_1S, а N_2 p_2S.
В силу равновесия системы $p_1S=p_2S$, откуда
$p_1=p_2=p_0$.

(2) Уравнения М-К для: $N_2: p_0V_2=\nu RT_2$, $H_2: p_0V_1=\nu RT_1$.
откуда: $\frac{V_1}{V_2}=\frac{\nu RT_1 p_0}{p_0\,\nu RT_2}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{350}{550}=\frac{7}{11}$ $\boxed{\frac{V_1}{V_2}=\frac{7}{11}}$

(3) В установившемся состоянии температуры в сосуде будут равны. в силу равенства количеств газа получим, что $V_1^*=V_2^*$, где V_1^*, V_2^* — объемы газов в ~~новом~~ уст. сост.

(4) Сосуд теплоизолирован => ~~вн~~ кол-во внутренней энергии газов const => $U_1+U_2=U_1^*+U_2^*$, где $U_1^*=U_2^*$ т.к. $p_1^*=p_2^*$ и $V_1^*=V_2^*$ =>
=> $\frac{5}{2}\nu RT_1+\frac{5}{2}\nu RT_2=2\cdot\frac{5}{2}\nu RT^*$ => $T^*=\frac{T_1+T_2}{2}=\frac{550+350}{2}=\boxed{450^\circ K}$

(5) Рассмотрим процесс ~~1~~: он происходит медленно => его можно считать равновесным.
Пусть давление в конце p^*, тогда ~~p_1~~ $p_1V_1=\nu RT_1$, $p^*V_1^*=\nu RT_2$,
где ~~p~~ $V_1=\frac{7}{16}V$, $V_1^*=\frac{1}{2}V$, где $V=V_1+V_2$ => $V\sim T$ => $p=const$.
~~По~~ график процесса $p(V)$



$Q=\Delta U+A_{газа}$ — кол-во полученной ~~ее~~ H_2 теплоты.
$A_{газа}=S_{тр}=p\cdot\left(\frac{1}{2}V-\frac{7}{16}V\right)=\frac{1}{9}pV$
$\Delta U=\frac{5}{2}\nu R(T^*-T_1)$
$Q=\frac{5}{2}\nu R(T^*-T_1)+\frac{2}{9}\nu RT^*$ $Q=\nu R\left(\frac{5}{2}T^*-\frac{5}{2}T_1+\frac{2}{9}T^*\right)=$
$p\frac{1}{2}V=\nu RT^* \to pV=2\nu RT^*$
$Q=\nu R\left(\frac{47}{18}T^*-\frac{5}{2}T_1\right)=\frac{6}{7}\cdot 8{,}31\left(\frac{47\cdot 450}{18}-\frac{5\cdot 350}{2}\right)=\frac{6}{7}\cdot 8{,}31(1175-875)=$
$\frac{6\cdot 300}{7}\cdot 8{,}31\approx 2137$ Дж

Ответ: $\frac{7}{11}$; 450; 2137

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

$v_2^2\sin^2\beta - (v_2^2\cos^2\beta - 2Uv_2\cos\beta + U^2) = (v_1^2\cos^2\alpha + 2v_1U\cos\alpha + v^2) + v_1^2\sin^2\alpha$

$v_2^2\sin^2\beta + v_2^2\cos^2\beta - 2Uv_2\cos\beta + \cancel{U^2} = v_1^2\cos^2\alpha + 2v_1U\cos\alpha + \cancel{2v_1U\cos\alpha + U^2} + v_1^2\sin^2\alpha$

$v_2^2(\underbrace{\sin^2\beta+\cos^2\beta}) - 2Uv_2\cos\beta = v_1^2(\underbrace{\cos^2\alpha+\sin^2\alpha}_{1}) + 2v_1U\cos\alpha$

$v_2^2 - 2Uv_2\cos\beta = v_1^2 + 2v_1U\cos\alpha$

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

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt3}{2}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{\sqrt8}{3} = \frac{2\sqrt2}{3}$

$U = \frac{(v_2-v_1)(v_1+v_2)}{2(v_1\cos\alpha+v_2\cos\beta)} =$

$U = \frac{(18-12)(18+12)}{2\left(\frac{12\cdot\sqrt3}{2}+\frac{18\cdot2\sqrt2}{3}\right)} = \frac{36\cdot30}{2(6\sqrt3+12\sqrt2)} = \frac{90}{6\sqrt3+12\sqrt2} = \boxed{\frac{15}{\sqrt3+2\sqrt2}\ \frac{м}{с}}$

возможная скорость плиты.

Ответ: 18, $\frac{15}{\sqrt3+2\sqrt2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

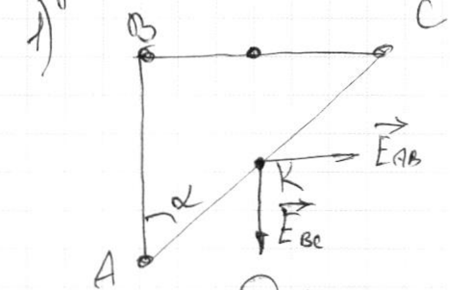
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

1)



① Рассмотрим момент, когда заряжена только пластина BC:

~~Напряженность~~ эл. поля пластины определяется по формуле $\vec{E}_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$.

② Предположим, что пластина заряжена на „+", тогда вектор $\vec{E}_{BC}$ направим от нее в точке k.

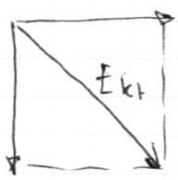
③ После заряда пластины AB, ~~её напряженность~~ её эл. поля составит: $\vec{E}_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$.

④ Пусть она тоже заряжена положительно, тогда вектор $\vec{E}_{AB}$ направим от нее.

⑤ Из суперпозиции эл. полей, имеем, что новая ~~напр~~ в точке k будет:

$\vec{E}_{k1} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$ — векторной суммой этих полей.

Рассмотрим векторный Δ:



$E_{k1} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2E_{BC}^2} = E_{BC}\sqrt{2} \Rightarrow$

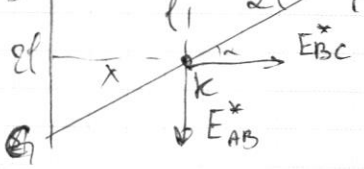
$\Rightarrow \boxed{\frac{E_{k1}}{E_{BC}} = \sqrt{2}}$ в $\sqrt{2}$ раз больше. ~~и~~ полярность заряда

т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$ расстояния до пласт пластин не влияет на модуль отношения напряженности эл. поля. равны и ⇒ напряженность ~~будет той же~~. будут соотноситься так же.

2) ① ~~Н~~ Эл. поле, создаваемое ~~в~~ BC будет $\vec{E}^*_{BC} = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$, $\vec{E}^*_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

~~Но Суммарная напряженность будет определяться.~~

Рассмотрим ΔABC:



$E^{*2}_{BC} + E^{*2}_{AB} = E^{*2}_{сум} \Rightarrow$

$\Rightarrow E^*_{сум} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{9+1} = \boxed{E^* = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{10}}$

Ответ: $\sqrt{2}$; $\frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4

1) При течении тока, сонаправленном с открытым положением диода, то ток через катушку не течёт в ину катушки, это занимает половину периода. -> по формуле Томпс. $T/2 = \pi\sqrt{L_2C} = \pi\sqrt{3LC}$.

при течении тока в обратном направлении — $T/2 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = \pi\sqrt{7LC}$

Откуда период — $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+\sqrt{7})$

2) ① Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.

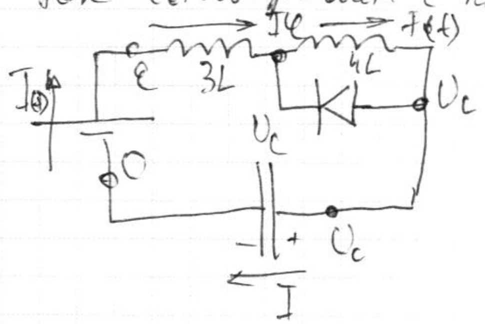
Ток на катушке скачком не появляется. напряжение на катушке скачком не появляется $\varphi(U_c(0)=0$, $I_L(0)=0$.

② 

$\varphi > 0 \Rightarrow$ диод закрыт.

← МУП

② Рассмотрим схему в произвольный момент времени, когда ток сонаправлен с полярностью ЭДС:



Пусть ток в контуре $I(t)$, напряжение на на конденсаторе $U(t)$.

МУП. Предположим, что диод закрыт, тогда $U_C - \varphi < 0$ и ток через него не течёт.

③ Напряжение на катушке $3L$ опр. по фор: $\mathcal{E} - \varphi = 3LI'$,

на катушке $4L$: $\varphi - U_c = 4LI'$ $\Rightarrow$ $\mathcal{E} - U_c = 7LI'$ $\Rightarrow \Delta t = \frac{7L\Delta I}{\mathcal{E} - U_c}$

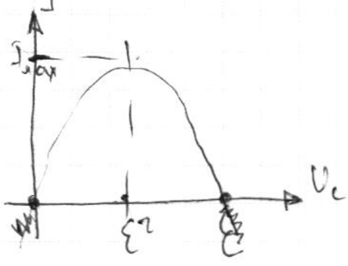
④ Ток через конденсатор: $I = CU_c'$ $\Delta t = \frac{C\Delta U_c}{I}$

т.к. рассматриваем всё в один момент времени, то $\frac{7L\Delta I}{\mathcal{E}-U_c} = \frac{C\Delta U_c}{I}$

Просуммируем выражение от $t=0$ до $t=t$: $\frac{7LI}{\mathcal{E}-U_c} = \frac{CU_c}{I}$ =>

$\Rightarrow I^2 = \frac{1}{7L}(CU_c\mathcal{E} - CU_c^2)$ — зависимость $I(U)$.

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

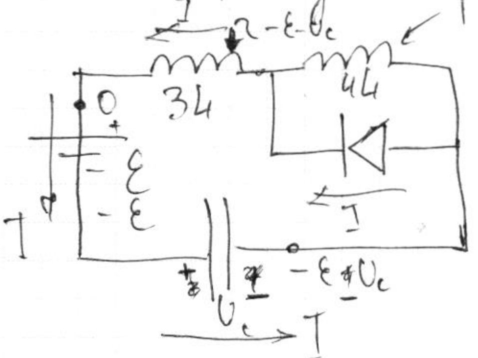


$I^2(t) = -\frac{7C}{7L}U_c^2 + \frac{C\mathcal{E}}{7L}U_c$ ← гр. парабола.

вершину симметрии $I_{max} = I(\mathcal{E}/2) = \pm\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{28L}}$

Т.к. при движении тока в другом направлении, диод ~~закрывается~~ открывается, то ~~ток~~ $I_{max} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{28L}}$ — максимальный ток на катушке L_1..

(3) Рассмотрим движение тока в обратном направлении:



т.к. противоречий не выявлено, то сейчас диод будет открыт. => ток через L_1 не течет.

~~Рассм~~ Пусть ток, текущий по цепи — I_2

$3LI_2' = -\mathcal{E} - U_c \quad CU_c' = I_2(t)$

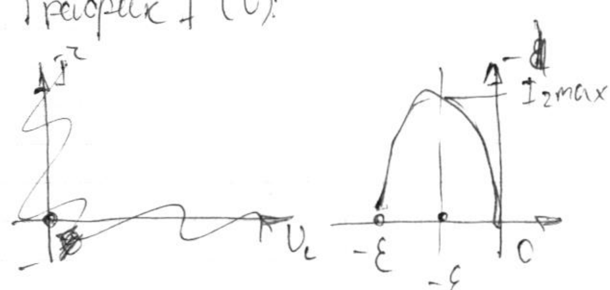
$3L\frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -\mathcal{E} - U_c \quad C\frac{\Delta U_c}{\Delta t} = I_2$ =>

=> $\frac{-\mathcal{E}-U_c}{3L\Delta I} = \frac{C\Delta U_c}{I_2} = \frac{3L\Delta I_2}{-\mathcal{E}-U_c} \Big| \Sigma$

=> $\frac{CU_c}{I_2} = \frac{3LI_2}{-\mathcal{E}-U_c}$ => $3LI_2^2 = -CU_c\mathcal{E} - CU_c^2$ => $I_2^2 = -\frac{C}{3L}U_c^2 - \frac{C\mathcal{E}}{3L}U$.

$I_2^2(U)$ — парабола ветви вниз.

График $I^2(U)$:



максимум в $-\frac{\mathcal{E}}{2}$. т.к. $U_c < 0$ => полярность угадана неверно.

$I^2_{2max}\left(-\frac{\mathcal{E}}{2}\right) = -\frac{C\mathcal{E}^2}{12L} + \frac{C\mathcal{E}^2}{6L} = \frac{C\mathcal{E}^2}{12L}$

$I_{2max} = \pm\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{12L}}$, I_{2max} > по усл. =>

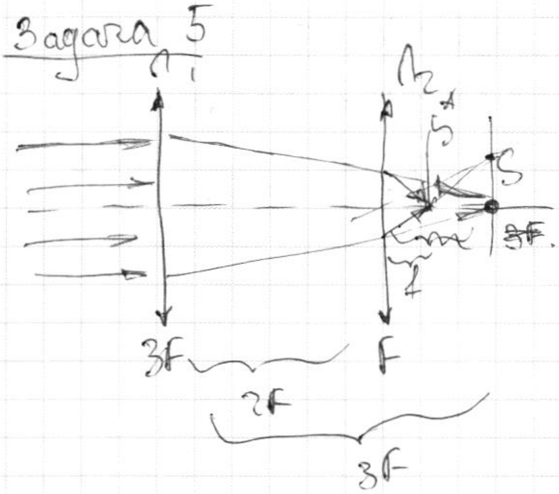
$\boxed{I_{2max} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{12L}}}$

~~Ответ:~~

Ответ: 1) $\pi(\sqrt{7}+\sqrt{3})$ 2) $\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{28L}}$ 3) $\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{12L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

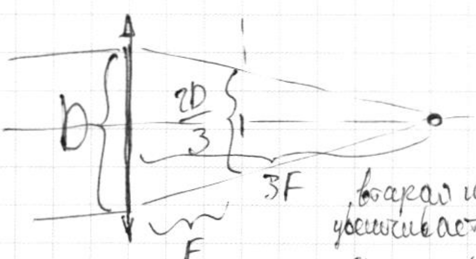


1) ① Пусть ~~ф~~ сфокусированные первой линзой лучи пересекаются в точке S, тогда S — действительное изображение для линзы $3F_0$, на расстоянии $3F_0$ от нее.

② S — мнимый предмет для линзы F_0, на расстоянии F_0 от нее. По формуле тонкой линзы, собирающая линза даёт действительное изображение мнимого предмета =>

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F_0}$, где f — расстояние от $Л_2$ до S^* — изображения мнимого предмета S. => $f = \frac{F_0}{2}$ — расстояние от $Л_2$ до S_1 — $\frac{F_0}{2}$.

2) ① Рассмотрим заход мишени в пучок света.



вторая линза увеличивает площадь как мишени, так и пучка => её можно не учитывать.

Из подобия Δ, область, в которую входит мишень — $\frac{2D}{3}$.

② За время τ_0 мишень полностью зашла в пучок света. Пусть радиус мишени — r, тогда отношение мощностей до полного захода мишени и после есть разотношение площадей =>

$\frac{S_{пот}}{S_{пот}-S_{мин}} = \frac{I_0}{I_1}$, где $S_{пот} = \pi\left(\frac{\frac{2}{3}D}{2}\right)^2 = \frac{\pi \cancel{4}}{9\cdot\cancel{4}}D^2$, $S_{мин} = \pi r^2$. =>

$\frac{S_{пот}-S_{мин}}{S_{пот}} = \frac{5}{9} \Rightarrow 1 - \frac{S_{мин}}{S_{пот}} \Rightarrow 1 - \frac{\pi r^2}{\pi\frac{1}{9}D^2} = \frac{5}{9} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{9r^2}{D^2} \Rightarrow \frac{r}{D} = \frac{2}{9} \Rightarrow \boxed{r = \frac{2}{9}D}$

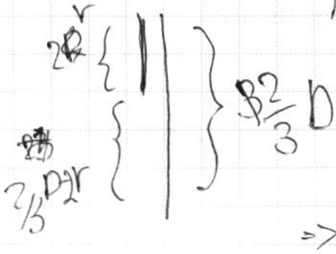
Радиус мишени — $\frac{2}{9}D$.

За время τ_0 мишень прошла расстояние $2r = \frac{4}{9}D$ =>

$$\boxed{v_{мишени} = \frac{4}{9}\frac{D}{\tau_0}}$$

3) t_1 – время входа + время перемещения.

4) ~~если диаг~~ Рассмотрим движение ~~мишени~~ мишени в период, когда она находится в пучке света:



внутри пучка ей необходимо пройти путь в $\frac{2}{3}D - 2r = \frac{2}{3}D - \frac{4}{9}D = \frac{2}{9}D$ =>

$$\Rightarrow t_1 = \frac{\frac{2}{9}D}{v} = \frac{\frac{2}{9}D}{\frac{4}{9}\frac{D}{\tau}} = \frac{1}{2}\tau_0 \Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{1}{2}\tau_0 = \frac{3}{2}\tau_0.$$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

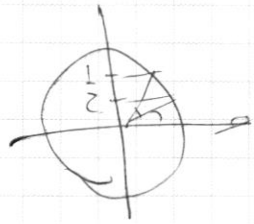
(заполняется секретарём)

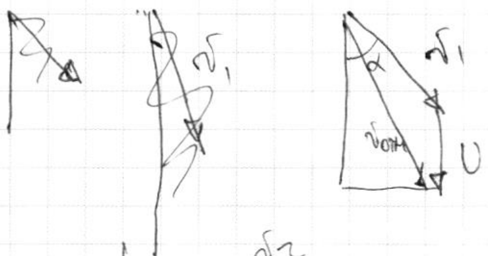
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + Q$

$m v_1^2 = m v_4^2 + Q$

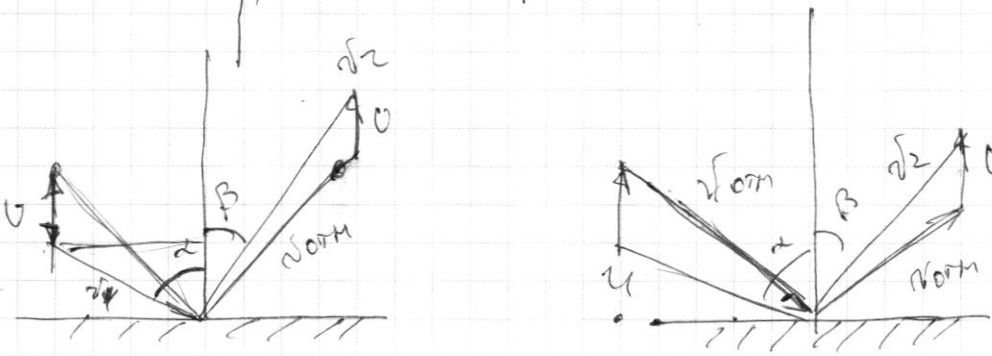
С.Отсчёт.: импульс на Ox сохр.

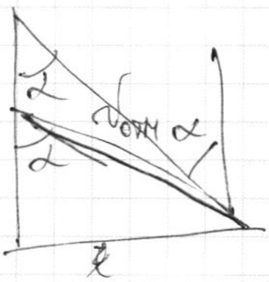




$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\alpha$

$v_{абс} = v_{отн} + v_{пер}$





$v_{отн}^2 = (v_1\cos\alpha + U)^2 + (v_1 \sin\alpha)^2$

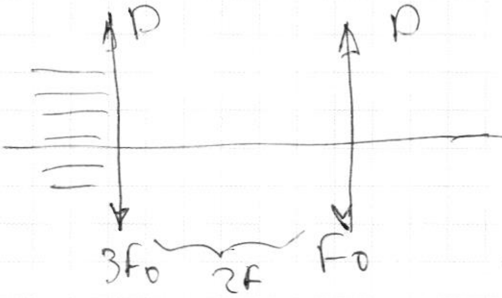
$\cancel{E_1} \varphi = Ed = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0} l\cos\alpha + \cancel{Ed}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} l\sin\alpha$

☒ черновик ☐ чистовик

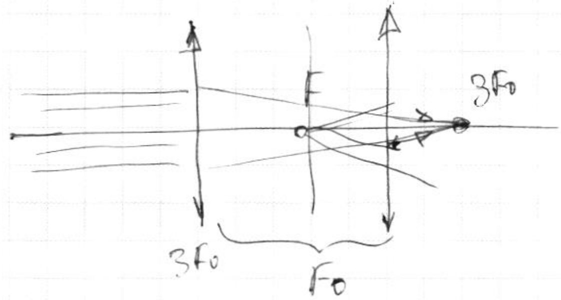
(Поставьте галочку в нужном поле)

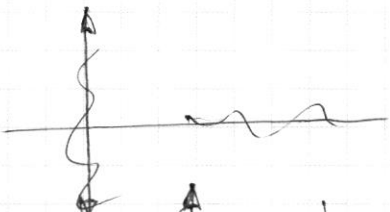
Страница №__

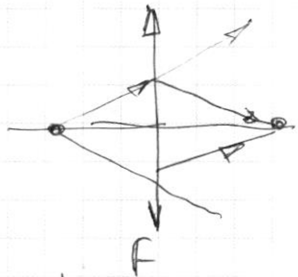
(Нумеровать только чистовики)

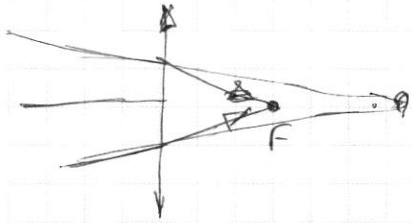


D, D









$\frac{1}{F} = 1$

$S_{\text{пятна}} = \pi r^2$

$S_{\text{пятна}} = \pi\left(\frac{2}{3}\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{9}D^2$

8 $1 - \frac{\pi r^2}{\frac{\pi}{9}D^2} = 1 - \frac{9r^2}{D^2} = \frac{1}{I_0} - \frac{5}{9} = F - \frac{4}{9} = \frac{9r^2}{D^2} = \boxed{\frac{2}{9}D = r}$

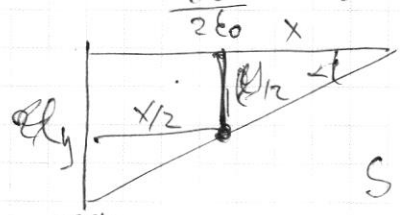
$E_1 = \sigma$ $\quad E = \frac{q}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}$

$C = \frac{\mathcal{E}}{q}$ $\quad \mathcal{E} = Ed$ $\quad \frac{Ed}{q} = \cancel{2\varepsilon}\frac{q}{qd}\frac{2\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$CU = q$ $\quad C = \frac{q}{U}$

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

$\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$ x



$\varphi = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}l$

φ

$S = y$

$\cancel{E = q_1}$

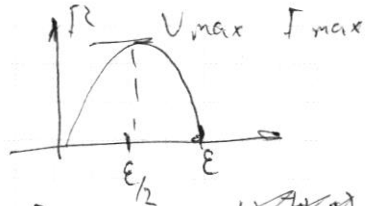
$\varphi =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I^2 = -\frac{C}{7L}U^2 + C\frac{\varepsilon}{7L}U$

$I^2(\varepsilon) = -\frac{C}{7L}\varepsilon^2 + C\frac{\varepsilon^2}{7L}$

$I^2_{max}(\frac{\varepsilon}{2}) = -\frac{C\varepsilon^2}{28L} + \frac{C\varepsilon^2}{14L} = \frac{C\varepsilon^2}{28L}$



$U + \varepsilon +$

$I'L = \varepsilon_c - U_c$

$\frac{IL}{\Delta t} = \varepsilon - IL$

$\varepsilon - U_c = 3LI'$

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_c}{3L}\frac{\varepsilon}{3L} - \frac{U_c}{3L}$

$\Delta I = \frac{\varepsilon \cdot \Delta t}{3L} - \frac{U_c}{3L}\Delta t$

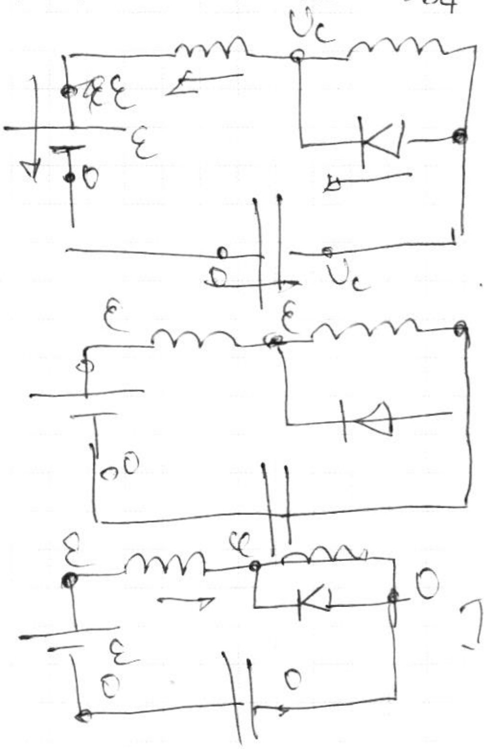
$\frac{C\Delta U}{I} =$

$I = CU' = \frac{C\Delta V}{\Delta t}$

$I\Delta t = C\Delta U$

$\frac{C\Delta U}{\Delta t} =$

$\Delta q = CU$



$\varepsilon - U_c = 7LI'$

$\varepsilon - U_c = 7\frac{L\Delta I}{\Delta t}$

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

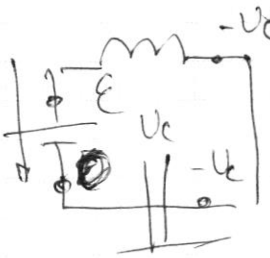
$I^2 \pm$

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

$\frac{7L\Delta I}{\varepsilon - U_c} = \Delta t$

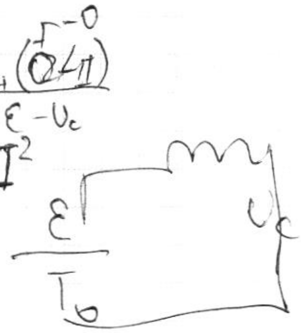
$\frac{C\Delta U}{I} = \frac{7L\Delta I}{\varepsilon - U_c}$ Σ

$\frac{C(U-0)}{I} = \frac{7L(I-0)}{\varepsilon - U_c}$



$\varepsilon - U_c = 3LI'$ $\quad CU\varepsilon - CU_c^2 = 7LI^2$

$q = CU \Rightarrow$ $\quad q = I\Delta t$

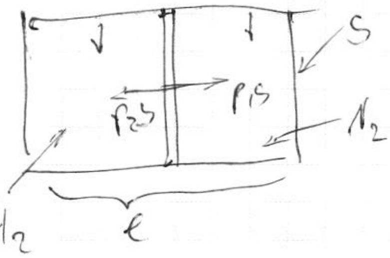


$U_c = CI'$

$\varepsilon - U_c = LI'$

$I = CU'$

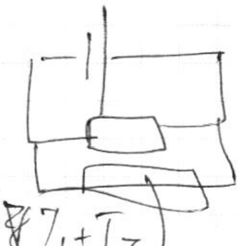
$v_{отн}^2 =$



$\cancel{V_1}=\ p V_1 = \nu R T_1$

$p V_2 = \nu R T_2$

$V_1 + V_2 = \cancel{2p_0}\ \nu R (\cancel{T}\ T_1 + T_2)$

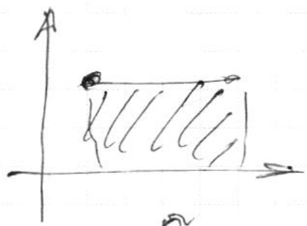


$U_0 = \frac{5}{2} \nu R (T_1)$ $U^* = \frac{5}{2} \nu R T^* = \frac{5}{2} \nu R T^*$

$\cancel{p^* V^* = \nu R T^*}$

$p(V) = \nu R T$ $\cancel{p}=$

$\cancel{pV = \nu R}$ $V_1 = \frac{7}{18} V$



$p V_{1} =$

$p_0 \cancel{V_1} = \frac{7}{18} V = \nu R T_1$

$p^* \frac{V}{2} = \nu R T_1^*$

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

$\cancel{p^*}$ $\frac{p_0}{p^*} \frac{14}{18_9} = \frac{T_1}{T_2^*} = \frac{350}{450} \Rightarrow$

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

$460 / \frac{18}{12}$

47 · 25 = 235, 94 → 1175

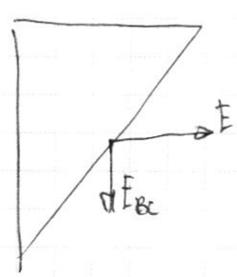
175 · 5 = 875

$1175 - 875 = 200$

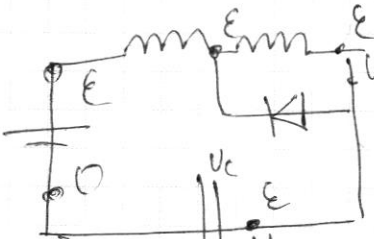
8,31 · 300 = 2493

8,31 | 7, 1 31, $\frac{7}{51}$

4956 | 7 = 2137



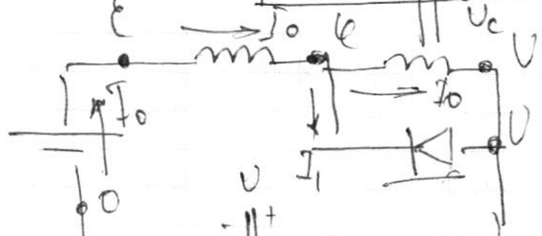
$\sigma = \frac{q}{S_1}$ $\sigma = \frac{q_2}{S_2}$



$\cancel{I} = I_{max}$

$\varphi_1 = 0$

$S \frac{BC}{SBA} = tg\alpha$



$\cancel{(0, U)}$

$\cancel{3L I}$

$\varepsilon - \varphi = \cancel{3}L I_0'$

$\varphi - U = 3L I_0'$

$\cancel{U} \ CU' = I_0$

$\varepsilon - U = 7L I_0'$ $CU' = I_0$

$7L I^2(t) = CU\varepsilon - CU^2$

$I^2 = -\frac{CU^2}{7L} + \frac{C\varepsilon}{7L} U$

$\varepsilon - U = 7L \frac{\Delta I_0(t)}{\Delta t}$

$C \frac{\Delta U}{\Delta t} = I(t)$

$\Delta t = \frac{C \Delta U}{I(t)}$

$\Delta t - \frac{\cancel{\varepsilon - U}\ 7L \Delta I(t)}{\varepsilon - U(t)}$

$\frac{CU}{I(t)} = \frac{7L(I(t))}{\varepsilon - U(t)}$

$\frac{C\Delta U}{I(t)} = \frac{7L(\Delta I(t))}{\varepsilon - U(t)}$ $|\Sigma$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

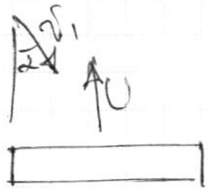
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

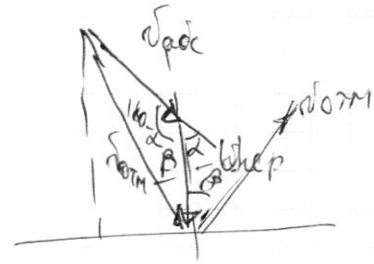
ШИФР

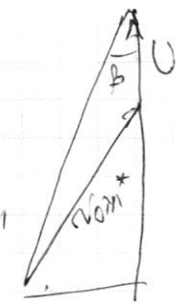
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

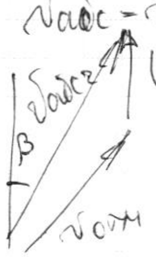


$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$





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

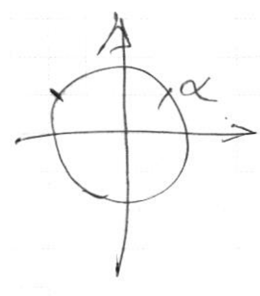


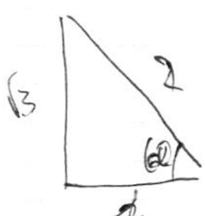
$v_{абс} =$

$5 \xrightarrow{v_{абс}} \quad \xleftarrow{v_{пер}} 2$

$v_{отн} = v_{абс} - v_{пер} = 7$

$v_{отн}^2 = v_1^2 + U^2 - 2v_1 U \cos\alpha$

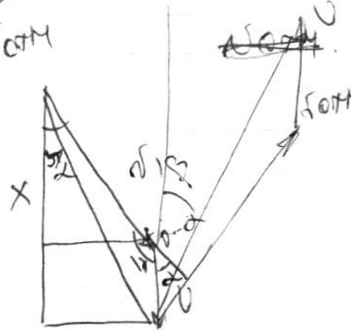




$3 = 4 + 1 - 2 \cdot 2 \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0{,}5$

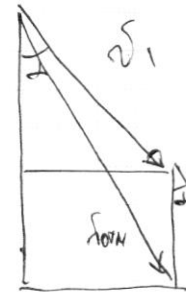
$v_{отн}^2 = v_1^2 + U^2 - 2 v_1 U \cos(180-\alpha)$

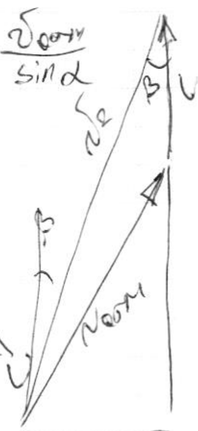
$\frac{v_{абс}}{\sin\beta} = \frac{v_{отн}}{\sin(180-\alpha)} = \frac{v_1}{\sin\beta} = \frac{v_{отн}}{\sin\alpha}$



$v_{отн} \cancel{\sin 2\alpha}$

$v_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$





$\frac{x}{v_1} = \sin\alpha \qquad \frac{x}{v_{отн}} = \sin\beta$

$v_1 \sin\alpha \qquad \frac{v_1 \sin\alpha}{v_2 \sin\beta} = 1$

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

$v_1 \sin\alpha$

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

$v_2 = v_1$

~~$v_{отн} = v_1^2 \sin^2\alpha + (v_1 \cos^2\alpha$~~

$v_1^2 - 2v_1 U \cos(180-\alpha) = v_2 - 2v_2 U \cos\beta$

$\cancel{\frac{v_{отн}}{\sin\beta}} = \quad v_{отн} =$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)