Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

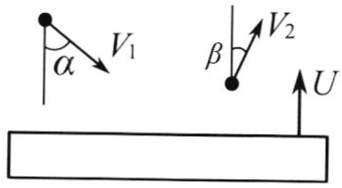
Класс 11

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.



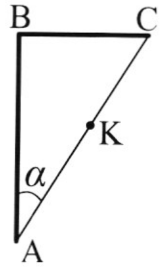
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

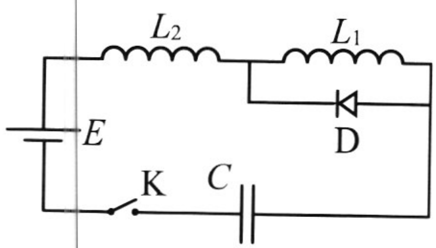
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

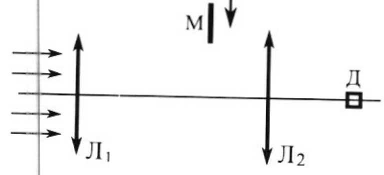
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

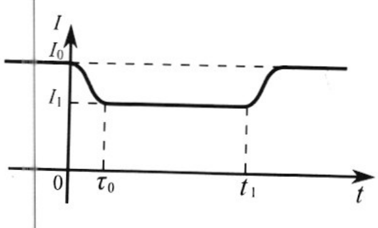
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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, τ_0.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$V_1 = 8$ м/с

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

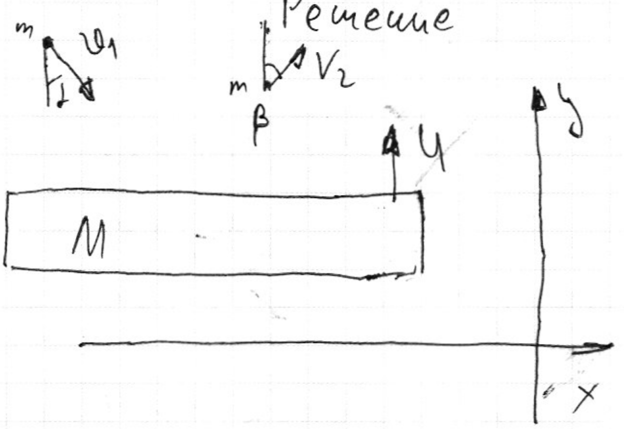
$\sin\beta = \frac{1}{2}$

$M \gg m$

V_2 - ?

U - ?

Решение



1) Разложим состовляющие скоростей на O_x и O_y

O_x: $v_{1x} = v_1 \sin\alpha$ $\quad v_{2x} = v_2 \sin\beta$

Т.к. система замкнута, а удар абсолютно упругий, то на O_x можно записать ЗСИ:

$m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$, где m - масса шарика

Т.к. мы берём моменты непосредственно до и после удара, то $F_т$ пренебрегаем, т.к. пренебрегаем $A_{F_т}$ (работаи силы тяжести), т.к. очевидно, что за время столкновения, точка удара, пройдёт конечный промежуток X $\Rightarrow$ пренебрегаем $F_т$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

сократим на m, получим

$$\upsilon_1 \sin\alpha = \upsilon_2 \sin\beta$$

$$\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8\cdot\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 16\cdot\frac{3}{4} = 12 \text{ м/с}$$

2) рассмотрим процесс соударения, т.к. плита движется, то A_F соударения не равна 0, т.к. точка соударения пройдёт расстояние $x = u\tau$, где τ – время соударение (малое, но конечное) => нельзя записать ЗСИ для стороннего наблюдателя, значит перейдём в систему отсчёта плиты, т.к. плита движется без ускорения, то система отсчёта плиты является ИСО, а значит в ней можно записать ЗСИ, т.к. в системе плиты точка соударения не движется => A_F соударения $= 0$, значит нет ограничений на закон сохранения импульса

ЗСИ: на ось O_y

$$m(\vec{\upsilon}_{1y}+\vec{u}) + M\vec{u} = M\vec{u} + m(\vec{\upsilon}_{2y}+\vec{u})$$, можно пренебречь изменением ~~изм~~ P_M, т.к. плита гораздо тяжелее шарика

O_y: $\upsilon_{1y} = -\upsilon_1\cos\alpha$ $\quad \upsilon_{2y} = \upsilon_2\cos\beta$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1 Продолжение

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

$v_{отн_1} = v_{1y} - u = -v_1\cos\alpha - u = -(v_1\cos\alpha + u)$

$v_{отн_2} = v_{2y} - u = v_2\cos\beta - u$

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

$-v_1\cos\alpha = v_2\cos\beta$, — обозначает, что направлены в противоположные стороны

, но это в системе отсчёта пластины, теперь перейдём в систему отсчёта земли

$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{отс}$, где $\vec{v}_{отс}$ - переносная скорость или система отсчёта

$v_{абс_{11}} = -v_1\cos\alpha + u$

$v_{абс_{22}} = v_2\cos\beta + u$

$-v_1\cos\alpha + u$

$-(v_1\cos\alpha - u) = v_2$

№1 Продолжение

Знак минус означает, что v_{1y} - направлена вниз, а плюс - v_2 - вверх, т.к. нам интересны только значения, перейдём в модули.

$v_1\cos\alpha$ $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$

$v_{отн\,1} =$ $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$

$m(\vec{v}_{1y} - \vec{u}) = m(\vec{v}_{2y} - \vec{u})$

$-v_1\cos\alpha = v_2\cos\beta$, знак - обозначает, что они направлены в разные стороны,

обозначим, пока $v_{1y} = -v_1\cos\alpha$, $v_{2y} = v_2\cos\beta$

$v_{1y} = v_{2y}$, но это в системе отсчёта плиты, теперь перейдём ~~на~~ в СО земли

т.к. ~~в~~ до удара скорости плиты и шарика противоположны, то реальная скорость v_{1y} ~~в~~ на u меньше, значит в модулях

$v_{1y} - u$

1 Продолжение

$m v_{1отн} = m v_{2отн}$

$v_{1отн} = v_{2отн}$, берём только модульные значения, не учитывая направления

v_{1y} ~~в~~ на u меньше, т.к. $\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер}$

а скорости $v_{отн1}$ и u обратно направлены

$v_{1y} = v_{1отн} - u$

v_{2y} на u больше, т.к. $v_{отн2}$ и u сонаправлены

$v_{2y} = v_{2отн} + u$

$v_{1y} + u = v_{2y} - u$

$v_{2y} = v_{1y} + 2u$

$$u = \frac{v_{2y} - v_{1y}}{2}$$

$$\cancel{u = \frac{12 \frac{м}{с} \cdot \frac{1}{2} - 8 \frac{м}{с} \cdot \frac{3}{4}}{2} = 6}$$

$$u = \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} = \frac{12 \frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} - 8 \frac{м}{с} \frac{\sqrt{7}}{4}}{2} = \frac{3}{2}\sqrt{3} - \sqrt{7} \frac{м}{с}$$

$$\cos\beta = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

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

☐ 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

$-v_1 \cos\alpha \quad -v_2 \cos\beta$

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

$v_{от} = -v_1 \cos\alpha - u \quad -(v_1 \cos\alpha + u)$

$v_2 \cos\beta - u$

$\boxed{-v_1 \cos\alpha = v_2 \cos\beta}$

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

$v_{абс_1} = -v_1 \cos\alpha + u$

$v_{абс_2} = -v_2 \cos\alpha + u$

$v_{абс_1} - v_{пер_1} = v_{абс_2} - v_{пер_2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Ответ: $v_2 = 12$ м/с, направлена вверх,

$u = \frac{3\sqrt{3}}{2} - \sqrt{7}$ $\frac{м}{с}$,

№2

Дано:

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

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

$R = 8,31$ Дж/моль·К

$\frac{V_{02}}{V_{00}}$ - ?

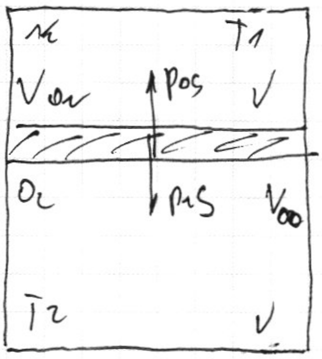
$T_{уст}$ - ?

$\Delta Q_{от}$ - ?

Решение

т.к. процесс протекает медленно, то его можно считать равновесным $\Rightarrow$ $a_{поршня} = 0$, и он двигается с бесконечно малой скоростью $v = const$

1) в момент $t = 0$



оба газа двухатомные

т.к. $a_{поршня} = 0$, то 2 ЗН для поршня.

$P_0 S = P_2 S$

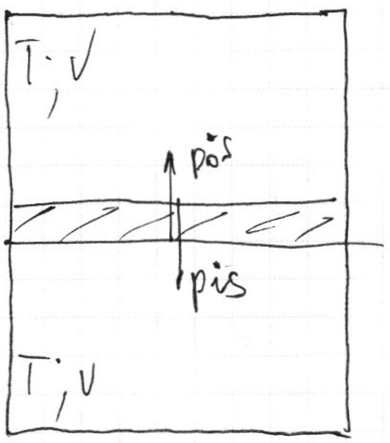
$p_0 = p_2$ Менделеев-Клапейрона для каждого газа

$p_0 V_{00} = \nu R T_2$ $\quad$ $p_2 V_{02} = \nu R T_1$

Получим, что

$$\frac{T_2}{V_{00}} = \frac{T_1}{V_{01}} \Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{00}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

2) момент $t = t_{уст}$



2 ЗН для поршня.

$p_0' S = p_1' S$, где p_0' - давление кислорода,

p_1' - давление N_2

$p_0' = p_1'$

Менделеев-Клапейрон для обоих газов,

$p_0' V_0' = \cancel{p} \nu R T$

$p_1' V_1' = \nu R T$, где V_0' - V кислорода

V_1' - V N_2

$p_0' V_0' = p_1' V_1'$

$V_0' = V_1'$, обозначим весь объём за $8V_{нач}$

~~$V_0' = 4V_0$, а $V_{00} = 5V_0$, менделеев-клапейрон для кислорода в состоянии 1(t=0) и 2 (t=t_уст)~~

т.к. для всей системы процесс адиабатный,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

то $-\Delta U = A$ системы, т.к.

A системы $=0$, т.к. $p_0 = p_1$ (в любой момент времени), а объём системы не изменился, получим, что $A_0 = -A_1$, а их сумма равна нулю → ΔU тоже равно нулю

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

$-\Delta U_0 = \Delta U_1$, получим что

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

$$T_2 - T = T - T_1$$

$$2T = T_2 + T_1$$

$$T = \frac{T_2 + T_1}{2} = 400K$$, (взято до установления равновесия)

3) рассмотрим кислород в отдельности

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

т.к. мы ищем $Q_{отд}$, то уберём минусы

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

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$A = \Sigma dA$ $\quad dA = p\,dV$ $\quad$ (т.к. ~~p-~~ ~~под~~ $p = p(V)$, т.

$A = \Sigma p(V)\,dV$

$p_0 = \frac{\nu R T_0}{V_0}$ найдём зависимость T от V

для этого рассмотрим случайный момент

времени, помня что $p_0 = p_2$ (в любой момент времени)

$\frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_0}{V_0}$

$T_0 = \frac{T_2 V_0}{8V_{нач} - V_0}$, также по прежнему

$-\Delta U_0 = \Delta U_2$, т.к. работы ~~пр~~ в сумме

дают 0, а Q сист $= 0$

$-\frac{5}{2}\nu R(T_0 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$T_2 - T_0 = -T_1 + T_2$

$T_2 = T_2 + T_1 - T_0$, подставим и получим,

что $T_0 = \frac{\nu R V_0 (T_2 + T_1) - \nu R V_0 T_0}{8V_{нач} - V_0}$

12 Продолжение

преобразуем

$T_0 8V_{нач} \cdot T_0 V_0 + \cancel{\nu R} V_0 T_0 = \cancel{\nu R} V_0 (T_2+T_1)$

$\cancel{T_0 = \frac{\nu R V_0 (T_2+T_1)}{8}}$

$T_0 = \frac{(T_1+T_2)V_0}{8 V_{нач}}$, где $8V_{нач}$ – объём сосуда

подставим в зависимость $p_0(V_0)$, и

получим, что

$p_0 = \frac{\nu R \frac{(T_1+T_2)V_0}{8V_{нач}}}{V_0} = \frac{\nu R (T_1+T_2)}{8 V_{нач}} \Rightarrow p = const$

$C_p = C_V + R = \frac{7}{2}R$, т.к. p const $\Rightarrow$

$\Sigma dA = p \Sigma dV = p(V_2 - V_1) = -p V_{нач}$, было

$V_{00} - 5V_{нач}$, стало $V_0' - 4V_{нач}$

$\cancel{\Delta Q_{отд} = \frac{5}{2}\nu R (T_2 - T_1) + pV_{нач} = \frac{5}{2}\nu R (T_2 - T_1) + \frac{\nu R (T_1+T_2)}{8}} =$

т.к. процесс проходит с постоянной молярной теплоёмкостью, то $\Delta Q_{отд} = C_p \nu (T_2 - T) = 1246{,}5$ Дж

Ответ: $\frac{V_{0к}}{V_{00}} = \frac{3}{5}$; $T_{уст} = 400K$; $\Delta Q_{отд} = 1246{,}5$ Дж

☐ 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

$p_0 = \frac{\nu R T}{5V_0}$

$Q = 0$, адиабатная

$Q = U_1 + A$

$p = nkT$

$-Q_2 = (U_2 - A)$

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

$\frac{5}{2}\nu R(T-T) + p$

$\frac{5p_1}{T_1} = \frac{4p_0}{T}$

$\frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \quad \frac{3}{2} \cdot R \cdot 100$

$831 \cdot \frac{3}{2}$

$831 \cdot 3 = 2493$

$2493 : 2 = 1246{,}5$

$T_0 = \frac{T_2 V_0}{8V_{нач} V_0}$

$T_0 = \frac{(T_2 + T_1)V_0 \cdot T_0 V_0}{8V_{нач} - V_0}$

$T_0 \cdot 8V_{нач} - \cancel{T_0 V_0 + T_0 V_0} = (T_2 + T_1)V_0$

$T_0 = \frac{(T_2 + T_1)V_0}{8V_{нач}}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

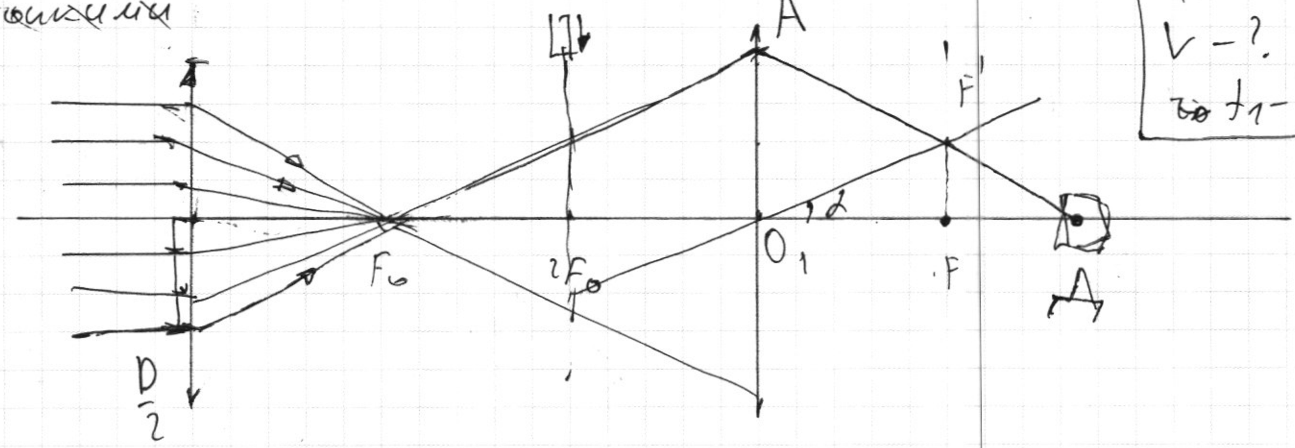
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

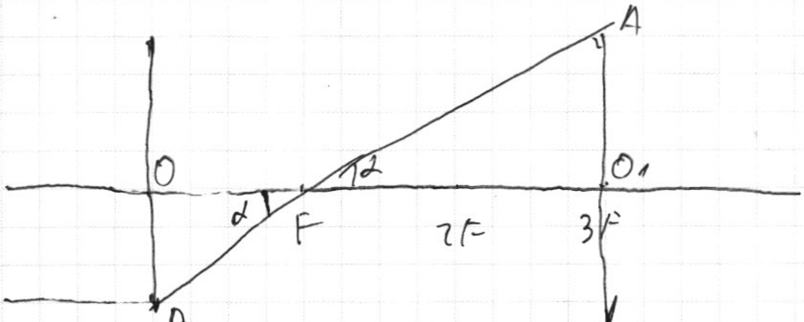
№5, т.к. $D \ll F_0$, можно считать линзы тонкими

O_1D - ?
V - ?
~~то~~ t_1 - ?



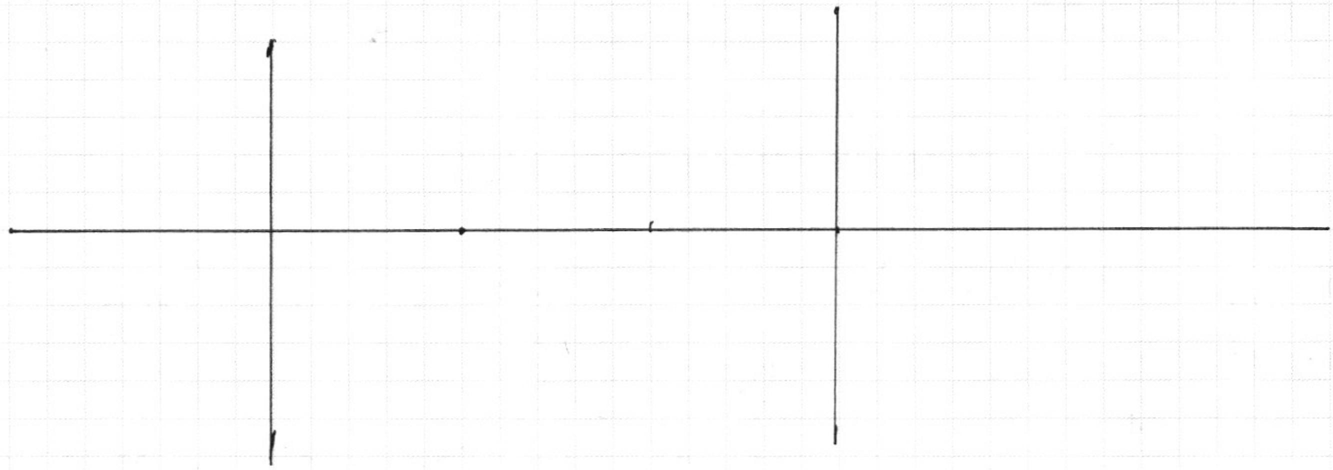
будем помнить, что линза - круг, а ~~интен~~ освещённость завист от S $\Rightarrow$ от $\frac{\pi D^2}{4}$

т.к. рассмотрим ход крайних лучей



Из подобия треугольников FOB и FO_1A, следует, что $\frac{OB}{AO} = \frac{2F}{F} = 2$, а т.к. ~~линз~~ D линз одинаков, то не все лучи, прошедшие через 1 линзу, попадут на 2, пойдём от обратного, зная что крайние лучи 1 ~~г~~ пройдут

-5



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №3

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

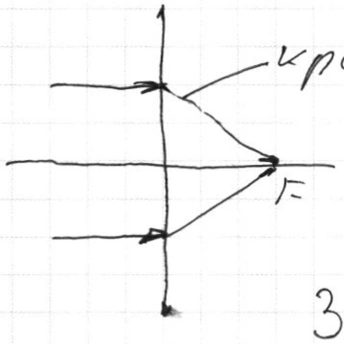
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

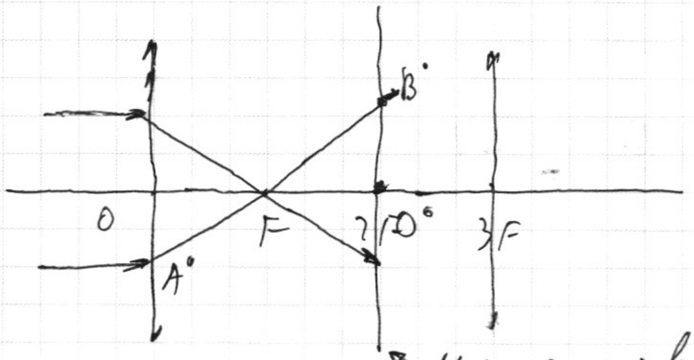
№5 продолжение

через точку F, получим, что нас интересуют лучи отходящие от центра первой линзы на $\frac{D}{4}$



крайние лучи для рассмотрения

т.к. $I \sim S \Rightarrow$ мишень закрывает $\frac{1}{4}S$, найдём её радиус



линия движения мишени

из подобия треугольников следует что S света на линии движения мишени равна S света на линзе 1 $\Rightarrow$

$S = \frac{\pi D^2}{16}$ $\quad S_{мишени} = \frac{S}{4} = \frac{\pi D^2}{64} \Rightarrow R_{мишени} = \frac{D}{8}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Рассмотрим $\triangle A''OD$

$F = F_0$ $\quad FF' = \frac{D}{4}$, из подобия треугольников

$\triangle F_0 O_1 A''$ и $\triangle O_1 FF'$

запишем уравнение прямой для $A''D$

в точке O_1 $x=0$, а $y = \frac{D}{2}$

в точке F $x = F$, а $y = \frac{D}{4}$

из первого $\Rightarrow$ что $b = \frac{D}{2}$

подставим во второе

$y = kx + b$

$\frac{y-b}{x} = k \qquad k = \frac{\frac{D}{4} - \frac{D}{2}}{F} = \frac{-D}{4F}$

в точке D $y = 0 \Rightarrow -kx = b$

$x = \frac{b}{-k} = \frac{D}{2} \cdot \frac{4F}{D} = 2F$

O_1D (расстояние между Λ_2 и Λ_1) $= 2F$

2) Рассмотрим промежуток времени от $t=0$, до $t = \tau_0$, за это время мишень сместилась (полностью) в зону света, то есть прошла расстояние $S = 2R_{мишени} = \frac{D}{4}$ $\quad V = \frac{S}{\Delta t} = \frac{D}{4\tau_0}$

☐ 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

3) ~~А~~ Рассмотрим промежуток с $t=\tau_0$ до $t=t_1$

Это время мишень находилась в области света и не выходила за него, а значит прошла расстояние

$S^\circ = \frac{D}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$ $\quad V = \frac{S^\circ}{t_1 - \tau_0}$

$t_1 = \frac{S^\circ}{V} + \tau_0$

$t_1 = \frac{D\,4\tau_0}{4D} + \tau_0 = 2\tau_0$

Ответ: $O_1\text{Д} = 2F$ (расстояние от $Л_2$ до Д);

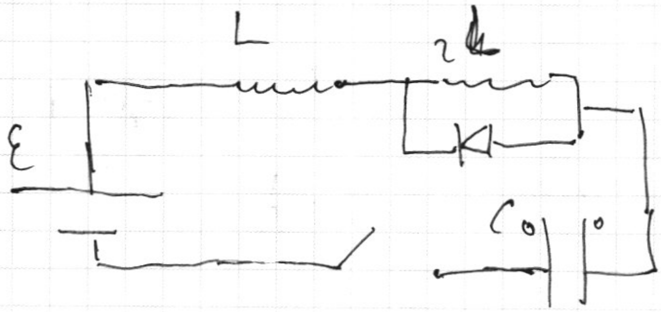
$V = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = 2\tau_0$

$r4$

$t - ?$

$I_{r4\,max} ?$

$I_{L\,max} ?$



в момент замыкания K

1) конденсатор не заряжен, т.к. q - не меняется мгновенно $\Rightarrow$ U_C не меняется мгновенно

$U_C(0) = 0$, где $U_C = U_C(t)$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$dE_1 = k\frac{\delta}{l}\cdot dl$

$\cos\beta = \frac{\pi}{7} - \frac{\pi}{7}$

$dr =$

$\frac{\delta\, dl}{dR}$ $\frac{\delta \cdot dl \cdot dR \cdot k}{a^2}$ $k\frac{\delta}{l}\cdot\int\frac{dl}{l^2\cos^2\alpha}$

dl

$a^2 = R^2 + l^2$

$R = R_0/\cos\alpha$ $dl = l/\cos\alpha \cdot d\alpha$

$l = l_0/\cos\beta$ $\frac{d\alpha}{l_0\cos\alpha}$

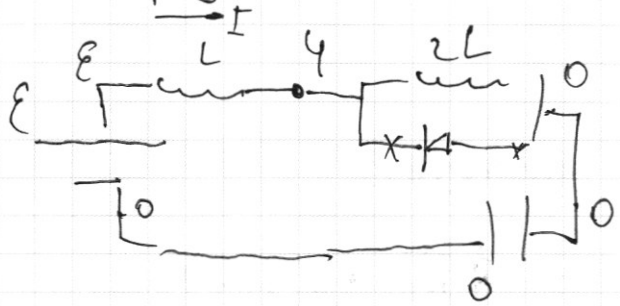
$\delta k \frac{dl \cdot dR}{R_0^2\cos^2\alpha + l_0^2\cos^2\beta}$ $E = \lambda$ $\frac{\delta\, k}{l\boxed{l_0}}\frac{\sin\alpha\cos\alpha}{\sin^2\alpha}$

$E = \delta k\int\frac{dl\cdot dR}{R_0^2(\cos^2\alpha + \cos^2\beta)}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница № 4
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

г4 Продолжение



Метод потенциалов

$\mathcal{E} - \varphi = LI$

$\varphi - 0 = 2LI$

$\varphi = \mathcal{E} - LI$

$\varphi = 2LI$

$3LI = \mathcal{E}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{3L}$ - далее будет заряжаться конденсатор и когда он зарядится до $\varphi_c = \mathcal{E}$ ~~ток прекратится~~ ток через катушку прекратится

г) разрядка конденсатора ~~пр~~

При зарядке ток через диод идти не будет (т.к. диод закрыт)

При разрядке ток через катушку 2L идти не будет, из-за реактивного сопротивления $\Rightarrow$ максимальный ток

через катушку L_2 $I_{1Lmax} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$

рассмотрим процесс разрядки

T = состоит из двух полу периодов

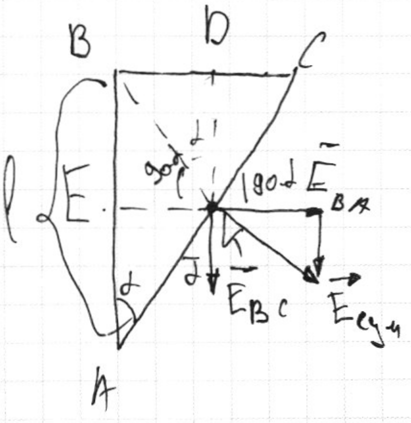
$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi}{2}(\sqrt{3LC} + \sqrt{LC}) = \pi\sqrt{LC}\cdot(\sqrt{3}+1)$

$I_{Lmax} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L}}$ $\frac{L I_{Lmax}^2}{2} = \frac{C U_{cmax}^2}{2}$ (второй полу период из ЗСЭ)

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}\cdot(\sqrt{3}+1)$; $I_{1Lmax} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$ (катушка L_1)

$I_{Lmax} = \sqrt{\frac{C}{L}}\cdot\mathcal{E}$ (катушка L_2)

№3

1) 

$BE = \frac{BA}{2}$

$BD = \frac{BC}{2}$

$\frac{E_{сум1}}{E_{BC}}$ — ?

$E_{сум2}$ — ?

~~Р~~ Расставим углы

~~Рассчитаем $E_{Ba} = \int dE_{Ba}$~~ Пластина BC будет создавать

~~$dE_{Ba} =$ поле $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~ E т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$BA = BC \Rightarrow E_{BA} = E_{BC} = E$

г3 Продолжение

$E_{сум} = \sqrt{E_{Ba}^2 + E_{Bc}^2}$

$E_{сум} = \sqrt{2} E$

$\frac{E_{сум}}{E} = \sqrt{2}$

~~г) Расчитаем $E_{Ba} = \int d E_{BA} = \frac{\sigma}{R}$~~

~~$E_{Bc} = \int d E_{Bc} = \frac{2\sigma}{R}$.~~

~~разобьём на много маленьких полосок бесконечной длины. Получим~~

~~что dE_{BA} $dE_{BAn} = \frac{2\sigma \cdot 2k}{R \cos \alpha \cdot 2}$~~

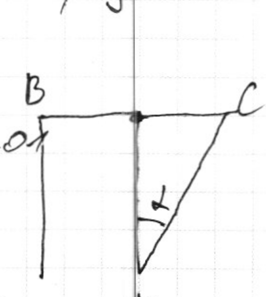
~~E-одной полоски~~

~~$E_{Ba} = \int \frac{2k \cdot \sigma}{}$~~

~~Ответ: $\frac{E_{сум}}{E} = \sqrt{2}$~~

~3 $E_{BC} = 2\sigma k \frac{l}{2} \int\limits_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int\limits_{-\frac{\pi}{7}}^{\frac{\pi}{7}} \cos\alpha \cdot \cos\beta$, где

l - длина AB $\quad \cos\alpha$ - угол



$\cos\beta$

угл - по вертикали (направленный к нам или от нас в плоскости рисунка)

☐ 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

$E = 2\frac{\sigma}{l}$ $k =$

$\boxed{l = \frac{BC}{}\, tg\, 2}$

$\int \frac{\sigma}{l}$

$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{7}$

$2 \cdot \sin \boxed{\frac{5}{14}\pi}$ $2 \cdot$ $\sin \frac{\pi}{7}$

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

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №5

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

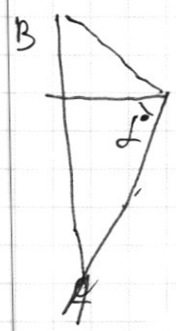
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$E_{BC} = 4\sigma k \frac{\cancel{\pi}}{2} \cos\sin\frac{\pi}{7}\cdot 2 = 4\sigma k \sin\frac{\pi}{7}$

$E_{AB} = \sigma k \cdot \cancel{2}\, \frac{tg\,\alpha}{2} \cdot \int\limits_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\int\limits_{-\frac{5}{14}\pi}^{\frac{5}{14}\pi} \cos\alpha^\circ \cdot \cos\beta^\circ$ где α°



а β° (направлен к нам в плоскости рисунка)

$E_{AB} = 2\sigma k\, tg\frac{\pi}{7}\sin\frac{5\pi}{14}$

$E_{уст2} = 2\sigma k\sqrt{2\sin\frac{\pi}{7} + tg\frac{\pi}{7}\cdot\sin\frac{5\pi}{14}}$

Ответ: $E_{уст1} = 5г$; $E_{уст2} = 2\sigma k\sqrt{2\sin\frac{\pi}{7} + tg\frac{\pi}{7}\cdot\sin\frac{5\pi}{14}}$

E

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)