Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

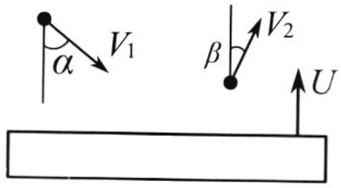
Класс 11

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.



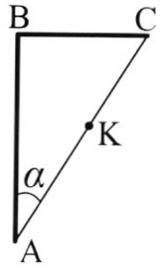
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

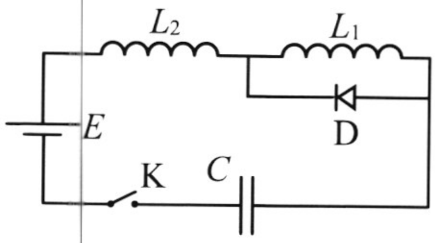
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

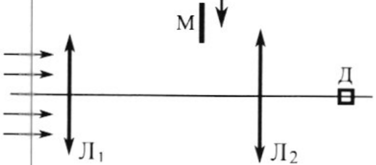
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

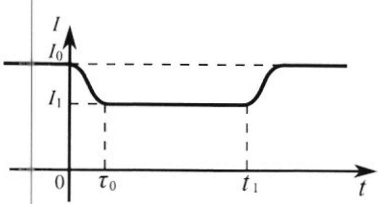
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1

U

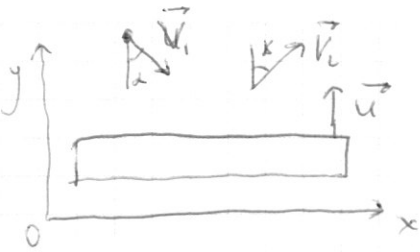
$V_1 = 8$ м/с

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

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

1) V_2 - ?

2) U - ?



1) Т.к. плита имеет гладкую поверхность, то скорость шарика вдоль оси OX не изменится

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

$V_2 = V_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{3 \cdot 2}{4 \cdot 1} = 12$ м/с

2) ~~Т.к. удар о плиту неупругий, то~~

Найдём вертикальную составляющую скорости шарика (проекция на Oy) после удара, если бы удар был абсолютно упругим

$V_y = V_2 \cos\beta = V_1 \cos\alpha + U_1$ — U_1 — скорость плиты при абсолютно упругом ударе, в нашем случае вертикальная составляющая скорости меняет своё направление на противоположное

Найдём скорость плиты в данном случае $U_1 = V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha$

Теперь найдём вертикальную составляющую скорости шарика после удара, если бы удар был абсолютно не упругим, то есть вся кинетическая энергия шарика переходила в тепло

$V_y' = V_2 \cos\beta = U_2$ — скорость плиты. Найдём скорость плиты в этом случае $U_2 = V_2 \cos\beta$

Т.к. в нашей задаче сказано, что удар неупругий, то скорость плиты может принимать любое из промежуточных ~~ра~~ значений между значениями ~~рассм~~ найденными в двух рассмотренных выше случаев.

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

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

~~$V_2 \cos\beta < U < V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha$~~

$V_2 \cos\beta > U > V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha$

~~$6\sqrt{3}$ м/с $< U < (6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$ м/с~~

$6\sqrt{3}$ м/с $> U > (6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$ м/с

Ответ: 1) $V_2 = 12$ м/с 2) ~~$U < (6\sqrt{3} - 2\sqrt{...}$~~ $6\sqrt{3}$ м/с $> U > (6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$ м/с

N5.

F_0

$\ell = 3F_0$ - расстоян. между линзами $Л_1$ и $Л_2$

D

$D << F_0$

~~$I \sim P$~~

$I \sim P$

P - мощность падающ. излуч. (света)

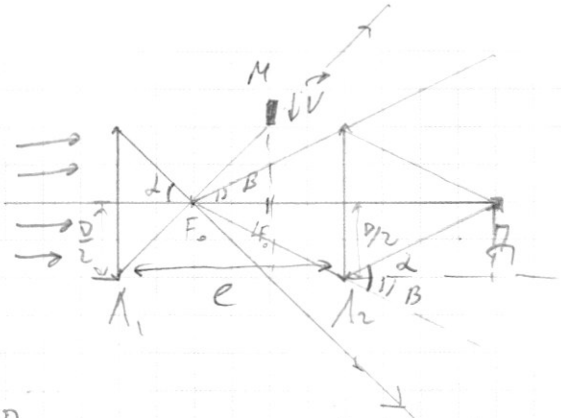
$\ell_1 = 2F_0$ - расстояние между линза $Л_1$ и точкой пересечения оси оптич. сист. и траектории движ. мишени M

$$I_1 = \frac{3I_0}{4}$$

1) d - ? d - расстояние между $Л_2$ и $Д$

2) V - ?

3) t_1 - ?



1) d - ?

$tg\,\alpha = \frac{D}{2F_0}$, т.к. $D << F_0$, $\alpha \to 0$

при $\alpha \to 0$
$tg\,\alpha \approx \alpha$, $\alpha = \frac{D}{2F_0}$

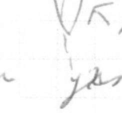
$tg\,B = \frac{D}{4F_0}$, т.к. $D << F_0$, $B \to 0$, $tg\,B \approx B$

$$B = \frac{D}{4F_0}$$

Т.к. ~~пучки~~ лучи света подают на линзы при углах равных 90° или близких по значению к 90°, можно использовать уравнение

$\alpha = \Theta(n-1)$

угол отклонение луча; угол в вершине линзы; отн. плотность среды линзы



Следовательно, линза отклоняет лучи падающие перпендикулярно, или ~~близко~~ под очень малым углом к перпендикуляру к плоскости линзы, на один и тот же угол.

Т.к. $Л_1$ и $Л_2$ имеют равные фокусные расстояния и диаметры, значит они будут отклонять лучи на одинаковые углы.

~~Лучи~~ Крайние лучи светового пучка подают на $Л_2$ под углом B, а отклоняться они будут после прохождения ~~через~~ линзу на угол α.

$$\alpha - B = \frac{D}{2F_0} - \frac{D}{4F_0} = \frac{D}{4F_0}$$

$(\alpha - B) \to 0$
$\Downarrow$
$tg(\alpha - B) \approx (\alpha - B)$

$$tg(\alpha - B) = \frac{D}{4F_0} = \frac{D}{2d} \Leftrightarrow d = 2F_0$$

$$d = 2F_0$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) r - радиус непрозрачной мишени М

D_1 - ~~площадь~~ диаметр светового пучка в местах, где проходит его ~~св~~ мишень М

$$\frac{D}{4F_0} = \frac{D_1}{2F_0} \qquad D_1 = \frac{D}{2}$$

~~Также~~ ~~от площади~~ Мощность падающего света пропорционально площади светового пучка. $P \sim S$

$$\Downarrow$$

$$I \sim P \sim S$$

$$I \sim S$$

S - площадь светового пучка в местах, где проходит мишень М

$$S = \pi \frac{D_1^2}{4} = \pi \frac{D^2}{16}$$

S' - площадь мишени М $\quad S' = \pi r^2$

составим пропорцию

$$I_0 - \pi \frac{D^2}{16}$$

$$I_1 - \left(\frac{\pi D^2}{16} - \pi r^2\right)$$

$$I_1 = \frac{I_0\left(\frac{\pi D^2}{16} - \pi r^2\right)}{\pi D^2/16}$$

$$\frac{3}{4} = 1 - \frac{16 r^2}{D^2}$$

$$\frac{16 r^2}{D^2} = \frac{1}{4}$$

$$r^2 = \frac{D^2}{16 \cdot 4} \qquad r = \frac{D}{8}$$

$$V = \frac{2r}{T_0} = \frac{2D}{8T_0} = \frac{D}{4T_0}$$

$$V = \frac{D}{4T_0}$$

3) L - расстояние, которое проходит мишень за ~~время~~ промежуток времени от T_0 до t_1 $\quad L = \frac{D}{2} - 2r = \frac{D}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$ $\quad t_1 - T_0 = \frac{L}{V} = \frac{D\,4T_0}{4D} = T_0$

$t_1 = 2T_0$ Ответ: 1) $d = 2F_0$ 2) $V = \frac{D}{4T_0}$ 3) $t_1 = 2T_0$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3 (Нумеровать только чистовики)

2. $\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300$ K

$T_2 = 500$ K

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль\,K}$

---

1) $\frac{V_N}{V_0}$ — ?

V_N — нач. объём азота

V_0 — нач. объём кислорода

2) $T_к$ — ?

$T_к$ — установив. температура в сосуде

3) $Q_{N\to O}$ — ?

$Q_{N\to O}$ — кол-во теплоты переданное азотом кислороду

1) $\frac{V_N}{V_0}$ — ? Т.к. ~~изначально~~ поршень не совершал резких движений, следовательно, в каждый момент времени давления газов были равны в начальный момент тоже.

P_1 — давление газов в нач. момент вр.

$P_1 V_N = \nu R T_1$

$P_1 V_0 = \nu R T_2$

$$\frac{V_N}{V_0} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

2) ~~Рассмотрим~~

$$\frac{5}{2}\nu R|\Delta T_N| + A_N = \frac{5}{2}\nu R|\Delta T_0| + A_0$$

$A_N = A_0$ в нашем случае

$$|\Delta T_N| = |\Delta T_0|$$

$$T_к - T_1 = T_2 - T_к$$

$$T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400\text{ K}$$

3) $Q_{N\to O}$ — это будет работа совершённая азотом, т.к. он совершает положительную работу над кислородом увеличивая его объём

$p = const$, т.к. процесс изобарный

V — полный объём всего сосуда

$$V_N = \frac{3}{8}V$$

$$Q_{N\to O} = A = p\Delta V = \frac{8\nu RT_1}{3V}\cdot(V_{конечн.} - V_N) = \frac{8\nu RT_1}{3V}\left(\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}\right) =$$

$$= \frac{\nu RT_1}{3} = \frac{3}{7}\cdot\frac{8{,}31\cdot 300}{3} = \frac{3}{7}\cdot 831 \approx 356{,}14\text{ Дж}$$

$$P = P_1 = \frac{\nu RT_1}{V_N} = \frac{8\nu RT_1}{3V}$$

~~в конечно~~ когда установится тепловое равновесие газы займут ровно по половине каждый объёма всего сосуда

$$V_{конечный} = \frac{V}{2}$$

$$\frac{\nu RT_к}{V_N'} = \frac{\nu RT_к}{V_0'} \Leftrightarrow V_N' = V_0' = \frac{V}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{V_N}{V_0} = \frac{3}{5}$ 2) $T_к = 400$ K 3) $Q_{N\to O} = 356{,}14$ Дж.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

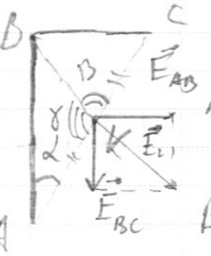
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) $\sigma = const$ – поверх. плотность заряда

$\alpha = \pi/4$

$\frac{E_2}{E_1}$ – ? E_2 – конечная ~~в сумме~~; E_1 – начальная



Для нахождения напряжённости равномерно заряженных пластин можно использ. формулу (1)

$$E = \frac{\sigma \Omega}{4\pi\varepsilon_0} \quad (1)$$

где σ – поверх. плотность заряда

Ω – телесный угол под которым видна пластина из точки в которой мы хотим найти поле.

Если пластина BC была бы бесконечная по всем направлениям, то из точки мы видели бы её под телесным углом 2π, но т.к. пластина BC бесконечна только в одной плоскости, а в другой плоскости (ABC) имеет конечн. размеры и мы её увидим под углом β.

То из точки K мы наблюдаем пластину BC под углом: $\Omega_{BC} = 2\pi \cdot \frac{\beta}{\pi} = 2\beta = 4\alpha$

Аналогично с пластиной AB:

$$\Omega_{AB} = 2\pi \frac{\gamma}{\pi} = 2(\pi - \beta) = 2(\pi - 2\alpha)$$

$$E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma \Omega_{BC}}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0} \qquad E_{AB} = \frac{\sigma \Omega_{AB}}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot 2\left(\pi - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{2} \cdot \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

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

2) $\sigma_1 = \sigma_{BC} = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma_{AB} = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{7}$

E_K – ?

Аналогично пункту 1) находим составляющие поля от пластин AB и BC, а потом находим результирующую E

$\Omega_{BC} = 4\alpha \cdot \quad \Omega = 2(\pi - 2\alpha) \qquad E_{BC} = \frac{2\sigma 4\alpha}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{2\sigma\pi}{7\pi\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}$

$E_K = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49} + \frac{25}{49 \cdot 4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{41}{49 \cdot 4}} = \frac{\sqrt{41}\,\sigma}{14\varepsilon_0} \qquad E_{AB} = \frac{\sigma 2(\pi - \frac{2\pi}{7})}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{5\sigma}{14\varepsilon_0}$

Отв. на след. стр.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Ответ на задачу №3:

1) в $\sqrt{2}$ раз увеличиться

2) $E_k = \frac{\sqrt{41}\,\sigma}{14\varepsilon_0}$

№4

E

$L_1 = 2L$

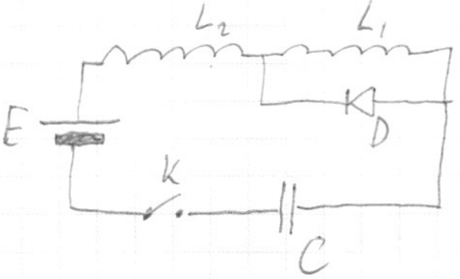
$L_2 = L$

C

1) T - ?

2) I_{m1} - ?

3) I_{m2} - ?



В данной цепи колебания будут проходить так, зарядка конденсатора будет происходить через две катушки, следовательно с периодом T_1, а разрядка через одну катушку L_2 с периодом T_2

период колебаний в цепи: ~~есть сумма полу~~ перио

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

заменим в цепи катушки L_1 и L_2 одной $\cancel{T_1 = 2\pi\sqrt{\ }}$ катушкой с индуктивностью L', тогда

$$L' = L_1 + L_2 = 3L$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{L'C} = 2\pi\sqrt{3LC}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$T = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}\,(\sqrt{3}+1)$$

точка равновесия, то есть заряд q_0 на конденсаторе, при котором колебания не будут происходить вовсе

$$q_0 = EC \quad \text{из} \quad E = \frac{q_0}{C}$$

$q_{начальн} = 0$ Кл $\Rightarrow$ q_A - амплитудное значение заряда равно

$$q_A = q_0 - q_{начальн} = q_0 = EC$$

I_{m1} - максимальный ток через катушку L_1, он также равен максимальному току через катушку с индукт. L', которой мы заменили катушки L_1 и L_2

этот ток I_{m1} равен $I_{m1} = q_A \omega_1 = \frac{EC}{\sqrt{3LC}} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + E_T$ $\quad V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

1) $V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 2}{4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1} = 12 м/с$

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

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

2) $MU - mV_1\cos\alpha = +$

$V_1\cos\alpha + U = V_2\cos\beta$ $\quad U = V_2\cos\alpha - V_1\cos\alpha$

$U = V_2 \cos\beta$

$U_1 = 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} = 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$

$36 \cdot 3 \quad 4 \cdot 7$ $\quad U = V_2 \cos\beta$

$U_2 = 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$

28

2. N_2 O_2 $\quad \nu = \frac{3}{7}$ моль $\quad C_V = \frac{5R}{2} \quad R = 8{,}31$

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

1) $\frac{V_N}{V_O} - ?$

$PV = \nu RT$

2) $\Delta Q = \frac{5}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{5}{2}\nu R\Delta T +$

$\frac{V_N}{V_O} = \frac{\nu R T_1 \cancel{P}}{\cancel{P\nu} R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$

$\frac{5}{2}\nu R d T_N + p dV = \frac{5}{2}\nu R d T_N + p dV$

$\frac{5}{2}\nu R\Delta T_N + A = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_O + A$

$T_K - T_1 = T_2 - T_K$

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

$\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{300}{3/8 V} = \frac{500}{5/8 V}$ (100)

$p = const$

$p = \frac{800\nu R}{V}$

$\frac{\nu RT}{V} =$

~~$Q = \frac{5}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V =$~~

~~$= \frac{5}{2}\nu R(T_K - T$~~

$= \frac{\nu R 400}{\frac{1}{2} V} = \frac{800\nu R}{V}$

3) $Q_{\text{передано}} = A = p\Delta V = \frac{800\nu R}{V} \cdot \frac{V}{8} = 100\nu R = 100 \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 = 831 \cdot \frac{3}{7}$

$\frac{V}{2} - \frac{3}{8}V = V\left(\frac{4-3}{8}\right) = \frac{V}{8}$

831 × 3 = 2493

2493 : 7 = 356,14
21
39
35
43
42
10
7
30
28
2

831 : 7 = 11
7
13
7
61

☑ черновик ☐ чистовик

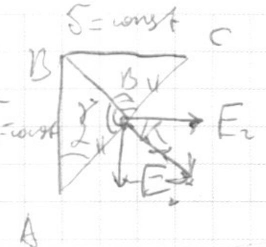
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\alpha = \frac{\pi}{4}$

3. $\sigma = const$ B C A $\sigma = const$ E_2 E_1



1) $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E = \frac{\sigma\Omega}{4\pi\varepsilon_0} =$

$E_1 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\Omega_1$ $\quad E_2 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\Omega_2$

$\Omega_1 = 4\pi \cdot \frac{\beta}{\pi} = 2\beta = 4\alpha$

$\Omega_2 = 2\pi \cdot \frac{\gamma}{\pi} = 2\gamma = 2(\pi - \beta) = 2(\pi - 2\alpha)$

$E_{BC} = \frac{\sigma\Omega_1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma \cdot 4\pi}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 4} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

$E_{AB} = \frac{\sigma\Omega_2}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma \cdot 2(\pi - \frac{\pi}{2})}{\frac{4\pi\varepsilon_0}{2}} = \frac{\sigma\pi}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

$E' = \sqrt{2} \cdot \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

1) в $\sqrt{2}$ раз

4. 2) $I_{m_1}(L_1)$ - ?

$E = \frac{q}{C}$

$q_0 = EC$

$q_m = EC$

max ток когда $q = q_0$

$4EC$

$I_{max} =$

$q_m \omega = EC\omega = \frac{EC}{\sqrt{3LC}} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$

3) $I_{max} = \frac{EC}{\sqrt{LC}} = E\sqrt{\frac{C}{L}}$

(2) $\sigma_1 = \sigma_{BC} = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma_{AB} = \sigma$

$\alpha = \pi/7$

E_k - ?

~~$E_1 = \frac{2\sigma}{4\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~

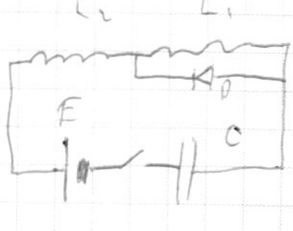
~~$E_2 = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$~~

$E_{BC} = \frac{2\sigma \cdot 4\alpha}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{2\sigma\pi}{7\pi\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}$

$E_{AB} = \frac{\sigma 2(\pi - \frac{2\pi}{7})}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma(\frac{5\pi}{7})}{2\pi\varepsilon_0} = \frac{5\sigma}{14\varepsilon_0}$

4.

L_2 L_1 D E C



$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49} + \frac{25}{49 \cdot 4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{16 + 25}{49 \cdot 4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{41}{49 \cdot 4}} =$

2) $= \frac{\sqrt{41}\,\sigma}{14\varepsilon_0}$

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

$\Phi = LI$

$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ сн-а

$LI = L_1 I + L_2 I$

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

$T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}$

1) $T = \pi\sqrt{LC} + \pi\sqrt{3LC} = \pi\sqrt{LC}(1 + \sqrt{3})$

~~$\Phi = LI$~~

$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$

$U = RI$

$L = L_1 + L_2$

R R L_1 L_2

$LI = LI_1 + I$

$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$

☑ 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

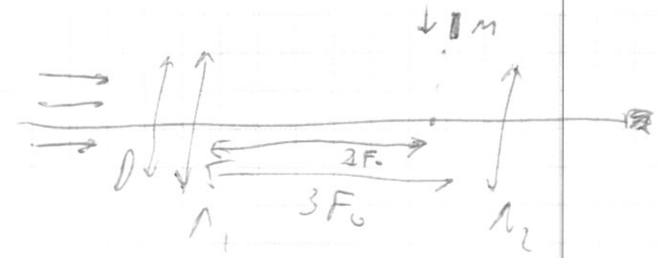
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. $Л_1$ и $Л_2$ $\quad I_1 = \frac{3I_0}{4}$

$F_0 \quad F_0$

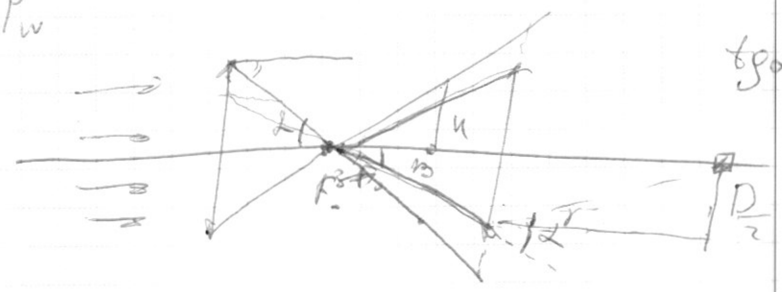
$D \quad D$



$D << F_0$

1) $Л_2$ и $Л_1$ (d тому)

$I \sim P_w$

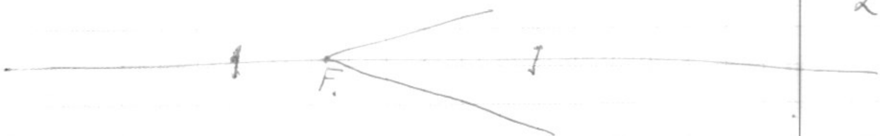


$tg\,\alpha = \frac{D}{2F_0} << 1$

$\alpha = \frac{D}{2F_0}$

$\alpha \to 0$

$\alpha = \Theta(n-1)$



3) $t_1 ?\ \ell = \frac{D}{2} - 2r = \frac{2D}{4} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$ $\quad tg\beta = \frac{D}{4F_0} << 1$

$\alpha = \frac{D}{2F_0}$

$\Delta T = \frac{\ell}{V} = \frac{D4T_0}{4D} = T_0$ $\quad \gamma = \alpha - \beta \quad \beta = \frac{D}{4F_0}$

$\boxed{t_1 = 2T_0}$ $\quad = \frac{D}{4F_0}$

$tg\,\gamma \approx \gamma = \frac{D}{4F_0}$ $\quad \frac{D}{2X} = \frac{D}{2 \cdot 4F_0}$

F_0, D, T_0 $\quad \frac{D}{4F_0} = \frac{H}{F_0}$ $\quad H = \frac{D}{4}$ $\quad 2H = \frac{D}{2}$ $\quad$ 1) $\boxed{X = 2F_0}$

2) $S_{зеркала} = \frac{\pi D^2}{4}$ $\quad I \sim P_w$ $\quad$ k - коэф. пропускан.

$S_{пятна} = \pi r^2$ $\quad P_w \sim S$ $\quad \frac{3}{4} = 1 - \frac{4r^2}{D^2}$

$\boxed{V = \frac{D}{4T_0}}$ $\quad \cancel{I \sim S}$ $\quad I_0 \sim S_{зеркал}$ $\quad \frac{3}{4}I_0 = \frac{I_0\left(\pi\frac{D^2}{4} - \pi r^2\right)}{\pi \frac{D^2}{4}}$ $\quad \frac{4r^2}{D^2} = \frac{1}{4}$ $\quad \cancel{r = \frac{D}{4}}$

$V = \frac{2r}{T_0} = \frac{2D}{8T_0} = \frac{D}{4T_0}$ $\quad I_1 \sim S_{зерк} - S_{пятн}$ $\quad \frac{3}{4} =$ $\quad r^2 = \frac{D^2}{16}$ $\quad \boxed{r = \frac{D}{8}}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

I_{m2} – максимальный ток через катушку L_2 равен

$$I_{m2} = q_A \omega_2 = \frac{EC}{\sqrt{LC}} = E\sqrt{\frac{C}{L}}$$

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

2) $I_{m1} = E\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$

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