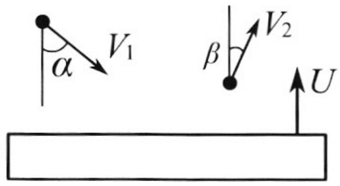
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02** Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \frac{2}{3} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta \left(\sin\beta = \frac{1}{3} \right)$ 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.

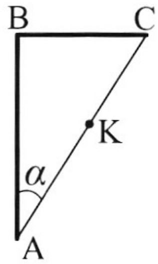
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

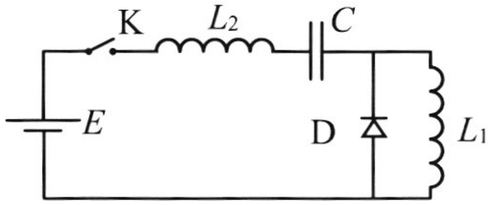
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, 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_2.

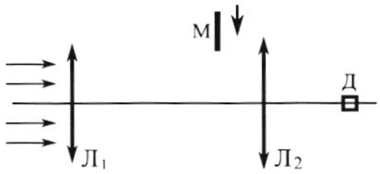


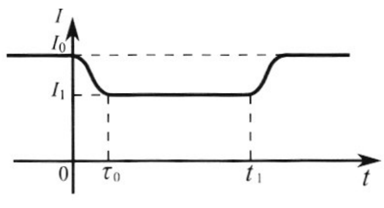
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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

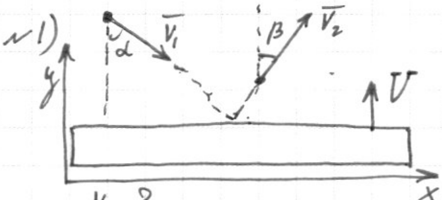
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1)



V_2 - ?

u - ?

$\sin\alpha=\frac{2}{3}$; $\alpha,\beta\in(0;\frac{\pi}{2})$

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

1) Т.к. плита гладкая компонента скорости V_1 параллельная плоскости пластины не изменилась, т.е. проекции $\vec V_1$ и $\vec V_2$ на ось x идентичны:

~~тогда~~: $V_1\sin\alpha = V_2\sin\beta$; $V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=6\cdot\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}}=12$ м/с

2) Рассмотрим „СО", где плита покоится, в такой системе массивная плита эквивалентна гладкой стене: (т.к. эта „СО" инерциальна в ней работает закон сохранения импульса:

~~в „СО"~~ m - масса шарика, тогда в „СО":
M - масса пластины

~~$m(V_1\cos\alpha+u)+M\cdot 0 = mv'+M\cdot 0$~~

~~$v'=V_1\cos\alpha+u$~~

в случае упругого взаимодействия: скорость после удара в „СО" равнялась бы $(V_1\cos\alpha+u)$ и была бы направлена от пластины,

но т.к. удар неупругий возможен переход кинет. энергии в тепловую, т.е. вертикальная скорость в „СО" после удара лежит в диапазоне от $[0; V_1\cos\alpha+u)$, теперь перейдём в начальную лабораторную СО, теперь ~~скор~~ вертикальная скорость шарика после удара лежит в промежутке: $[u; V_1\cos\alpha+2u)$

$4\sqrt2-\sqrt5\approx5{,}6-2{,}2=3{,}4$

$8\sqrt2\approx8\cdot1{,}4=11{,}2$

т.е. для оценки:

$u \underset{\approx}{\overset{\approx}{\in}} (3{,}4;11{,}2)$ м/с

$u \underset{\approx}{\overset{\approx}{\in}} (3;11)$ м/с

Т.к. $\alpha\in(0;\frac{\pi}{2})$ $\cos\alpha=\sqrt{1-\sin^2\alpha}=\frac{\sqrt5}{3}$; $V_1\cos\alpha = 6\cdot\frac{\sqrt5}{3}=2\sqrt5$

$\beta\in(0;\frac{\pi}{2})$ $\cos\beta=\sqrt{1-\sin^2\beta}=\frac{2\sqrt2}{3}$

промежуточные случаи $u\in(4\sqrt2-\sqrt5;8\sqrt2)$ соответствуют частичному слипанию, выделению тепла и т.д.

вертикальная компонента: $V_2\cos\beta = 12\cdot\frac{2\sqrt2}{3}=8\sqrt2\in[u; V_1\cos\alpha+2u)$

Итого: $8\sqrt2\in[u;2u+2\sqrt5)$ => $\begin{cases} u\le 8\sqrt2 \\ 2u+2\sqrt5 > 8\sqrt2 \end{cases}$; $\underline{4\sqrt2-\sqrt5<u\le 8\sqrt2}$

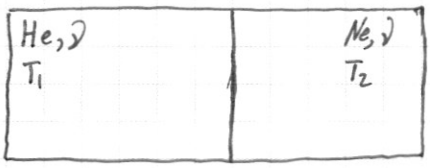
(случай $u=4\sqrt2-\sqrt5$ соответствует упругому удару, а случай $u=8\sqrt2$ слипанию всего шарика с плитой)

Ответ: $V_2=12$ м/с; $u\in(4\sqrt2-\sqrt5; 8\sqrt2]$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№2)



He – гелий, Ne – неон, инертные газы $i=3$

1) т.к. поршень движется без трения в начальном положении давления газов: ($p_{He}=p_{Ne}$) равны, отсюда: по закону Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} p_{He}V_{He}=\nu RT_1 \\ p_{Ne}V_{Ne}=\nu RT_2 \end{cases}$$, разделим: $\frac{p_{He}}{p_{Ne}}=1$ $\quad \frac{V_{He}}{V_{Ne}}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{330K}{440K}=\frac{3}{4}$

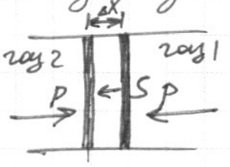
$T\in(T_1;T_2)$

2) В конечном состоянии общая температура T, равенство давлений, т.е. $V_{He}=\frac{\nu RT}{p}=V_{Ne}$; $V_{He}=V_{Ne}$

т.к. цилиндр теплоизолирован общая $\Delta Q=0$

т.е. $\Delta Q=\Delta U_{He}+A_{He}+\Delta U_{Ne}+A_{Ne}=0$,

теперь заметим, что $A_{He}=-A_{Ne}$, действительно на каждом участке движения перегородки:



давления равны и ΔV равны по модулю, но противоположны по знаку: $A_{газ_1}=p\Delta V_{газ_1}=pS\Delta x$

$A_{газ_2}=p\Delta V_{газ_2}=-pS\Delta x$

$A_{газ_1}=-A_{газ_2}$,

поэтому $A_{He}=-A_{Ne}$

т.е. $\Delta Q=\Delta U_{He}+\Delta U_{Ne}=0$

$$\begin{cases} \Delta U_{\cancel{He}}=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T) \\ \Delta U_{He}=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T) \end{cases} \Rightarrow \cancel{\Delta U}; \quad \frac{3}{2}\nu R(T_2-T+T_1-T)=0$$

$(T_2+T_1)=2T$

$T=\frac{T_1+T_2}{2}=\frac{440+330}{2}=$

$=385K$

$T=385K$

3) $Q_{Ne\to He}=\Delta U_{Ne}=|\Delta U_{He}|=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T)=$

$=\frac{3}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}31\cdot(440-385)=\frac{9}{25}\cdot 8{,}31\cdot 55=\frac{9\cdot 11}{5}\cdot 8{,}31=$

$=19{,}8\cdot 8{,}31=164{,}538\approx 164{,}5$ Дж

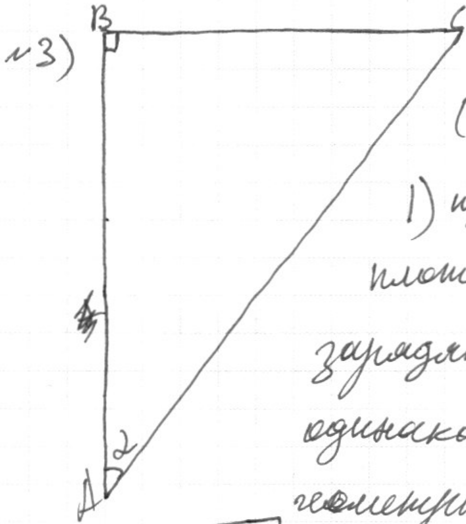
Ответ: ~~1) $\frac{V_{He}}{V_{Ne}}=\frac{T_1}{T_2}$~~; 2) $T=385K$ ~~3) $Q_{Ne\to He}=164{,}5$ Дж~~

1) $\frac{V_{He}}{V_{Ne}}=0{,}75$; 3) $Q_{Ne\to He}=164{,}5$ Дж

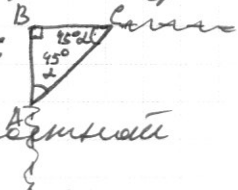
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3)



$\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$ это значит, что $\triangle ABC$ равнобедренн. $(90^\circ; 45^\circ; 45^\circ)$ сделаем чертёж:



1) пусть BC заряжена с поверхностной плотностью заряда σ_{BC}, а пластину AB тогда зарядят с $\sigma_{AB} = \sigma_{BC}$; т.к. пластины заряжены одинаковой пов. плотностью, имеют одинаковые геометрические ~~хар~~ характеристики и перпендикулярны друг другу: $|\vec{E}_{BC}| = |\vec{E}_{AB}|$ в точке $\cdot K$ и $\vec{E}_{BC} \perp \vec{E}_{AB}$ (в силу симметрии $\vec{E}_{AB} \perp AB$ и $\vec{E}_{BC} \perp BC$, но это не существенно)

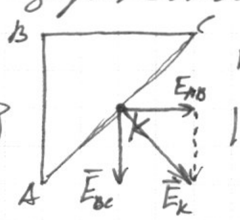
Эта задача выполнена на:
стр 3
стр 4
стр 7

заряжена лишь BC:

$$|\vec{E}_K| = |\vec{E}_{BC}|$$

(в случае $\sigma_{AB} = \sigma_{BC} < 0$ ничего ~~не изменится кроме~~ кроме направления векторов не изменится модуль $|\vec{E}_K|$ будет такой же)

заряжены BC; AB:



(тут $\sigma_{AB} = \sigma_{BC} > 0$)

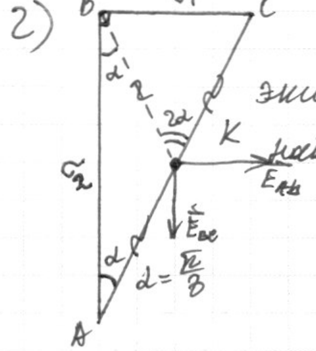
по т. Пифагора:

$$|\vec{E}_K| = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = |E_{BC}|\sqrt{2}$$

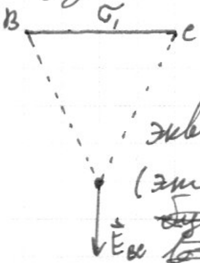
$$|\vec{E}_K| = \sqrt{2}\,|\vec{E}_{BC}|$$

Т.е. напряженность возрастёт в $\sqrt{2}$ раз или в 1,41 раз.

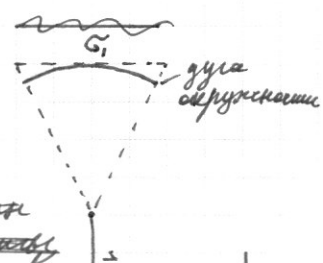
2)



$\vec{E}_{BC} \perp BC$ и $\vec{E}_{AB} \perp AB$ в силу симметрии, тогда вычислим эти компоненты по отдельности, а далее по т. Пиф. найдём $|\vec{E}_K|$, воспользуемся тем, что система:



(*)



дуга окружности

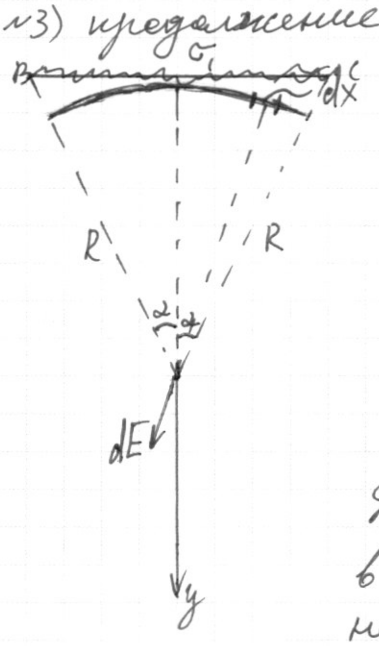
эквивалентна:
(этот факт ~~будет доказан в конце работы~~ является следствием теории телесных углов)
т.е. в рамках угла обзора можно менять геометрию тела с постоянной σ

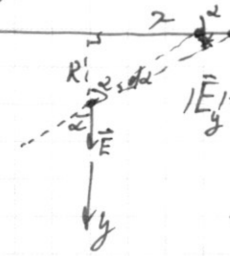
см далее

Из геометрии:
в прямоугольном $\triangle$
$AK = KC = BK \Rightarrow \angle KBA = \alpha$
$\angle BKC = 2\alpha$

(*) теория телесных углов приведена на стр. 7, она объясняет переход *

№3) продолжение; (пусть сегмент окружности состоит из тонких полосок, которые можно считать нитями и dE – напряженность от них:





$$|\vec{E}_y| = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{k\lambda\cdot R d\alpha}{(R)^2}\cdot\cos\alpha = \frac{2k\lambda}{R}\underbrace{\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\alpha\, d\alpha}_{1} = \frac{2k\lambda}{R}$$

в нашем случае: ~~λ = σ₁·2...R·2π = ...R~~ это для полосок. $q = \sigma_1 L\, dx$, $q = \lambda\cdot L$, $\lambda = \sigma_1 dx$

Тогда мы можем приступить к интеграл.

в исходной системе: выделим кусочек $dx = R d\alpha$ на ок-ти он создаёт $dE = \frac{2k\lambda}{R} = \cancel{\frac{2k\cdot 2\sigma_1 R\alpha}{R}} = \frac{2k\sigma_1 dx}{R} =$

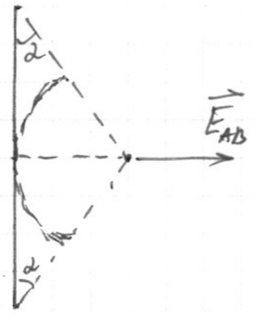
$$= \frac{2k\sigma_1 R d\alpha}{R} = 2k\sigma_1 d\alpha$$

Т.к. итоговый вектор будет лежать на оси y просуммируем проекции на эту ось:

$$|\vec{E}_y| = 2\int_0^{\alpha=\frac{\pi}{8}}(2k\sigma_1 d\alpha)\cos\alpha = 4k\sigma_1\int_0^{\alpha=\frac{\pi}{8}}\cos\alpha\, d\alpha = 4k\sigma_1 \sin\alpha\Big|_0^{\alpha=\frac{\pi}{8}} = 4k\sigma_1\sin\frac{\pi}{8}$$

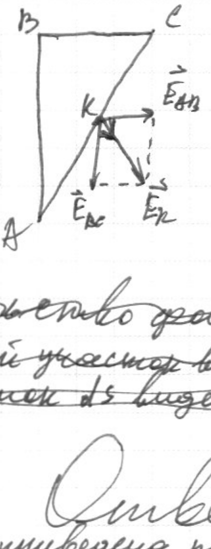
т.е. $|\vec{E}_{BC}| = 4k\sigma_1\sin\frac{\pi}{8}$

аналогично найдём $|\vec{E}_{AB}|$: только заменим σ_1 на σ_2 и $\alpha = \frac{\pi}{8}$ на $90 - \alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{8} = \frac{3\pi}{8}$



Итого: $|\vec{E}_{AB}| = 2\int_0^{\alpha=\frac{3\pi}{8}}(2k\sigma_2 d\alpha)\cos\alpha = 4k\sigma_2\int_0^{\alpha=\frac{3\pi}{8}}\cos\alpha\, d\alpha = 4k\sigma_2\sin\frac{3\pi}{8}$

$|\vec{E}_{BC}| = 16k\sigma\sin\frac{\pi}{8}$ $\quad |\vec{E}_{AB}| = 4k\sigma\sin\frac{3\pi}{8}$



по т. Пиф.:

$$|\vec{E}_K| = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = 4k\sigma\sqrt{\left(4\sin\frac{\pi}{8}\right)^2 + \sin^2\frac{3\pi}{8}} =$$

$$= 4k\sigma\sqrt{16\cdot\left(\frac{1-\cos\frac{\pi}{4}}{2}\right) + \left(\frac{1-\cos\frac{3\pi}{4}}{2}\right)} =$$

$$= 4k\sigma\sqrt{8\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) + \left(\frac{1+\frac{1}{\sqrt{2}}}{2}\right)} = 4k\sigma\sqrt{\frac{17\sqrt{2}-15}{2\sqrt{2}}}$$

~~Доказательство факта:~~

~~Пусть малый участок виден под углом:~~

~~пусть участок dS виден под телесным~~

~~dE~~ $|d\vec{E}_y| = |d\vec{E}\cos\alpha|$ ~~заменим его на~~ такой:

Ответ: 1) 1,41 раз 2) $|\vec{E}_K| = 4k\sigma\sqrt{\frac{17\sqrt{2}-15}{2\sqrt{2}}}$, где $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

(*) на стр 7 приведена теория, объясняющая одно из действий в задаче

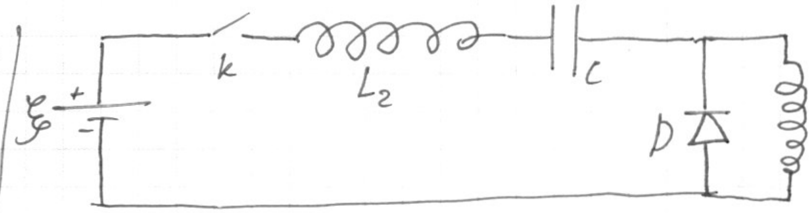
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

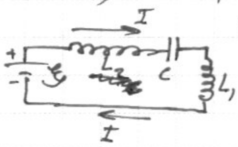
№4) $\mathcal{E}$ - ЭДС

$L_1 = 3L$

$L_2 = 2L$

C,





(зарядка)

1) Пусть на конденсаторе копится заряд по функции $q(t)$, тогда $I = \frac{dq(t)}{dt} = \dot{q}(t)$, а $\dot{I}(t) = \ddot{q}(t)$

пока конденсатор заряжается должно быть справедливо равенство: $\mathcal{E} = U_{L_2} + U_C + U_{L_1}$ (ток через диод не идёт)

$\mathcal{E} = \ddot{q}(L_1) + \frac{q}{C} + \ddot{q}(L_2)$

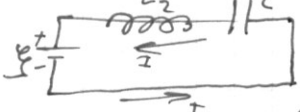
$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \ddot{q}(L_1 + L_2)$

$C\mathcal{E} = q + \ddot{q}(L_1 + L_2)C$

наличие константы не влияет на период:

$T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$

но это справедливо лишь на момент зарядки конденсатора, а разрядка будет уже происходить по такой цепи (ток идёт только через диод):



(разрядка)

т.к. $\mathcal{E}$ не влияет на период по ф-ле Томсона $T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2}$

Общий период это время зарядки $\left(\frac{T_1}{2}\right)$ + время разрядки $\left(\frac{T_2}{2}\right)$, далее цикл повторяется:

$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\left(\sqrt{C(L_1+L_2)} + \sqrt{CL_2}\right)$

$T = \pi\left(\sqrt{C(3L+2L)} + \sqrt{C(2L)}\right) = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5} + \sqrt{2}\right)$

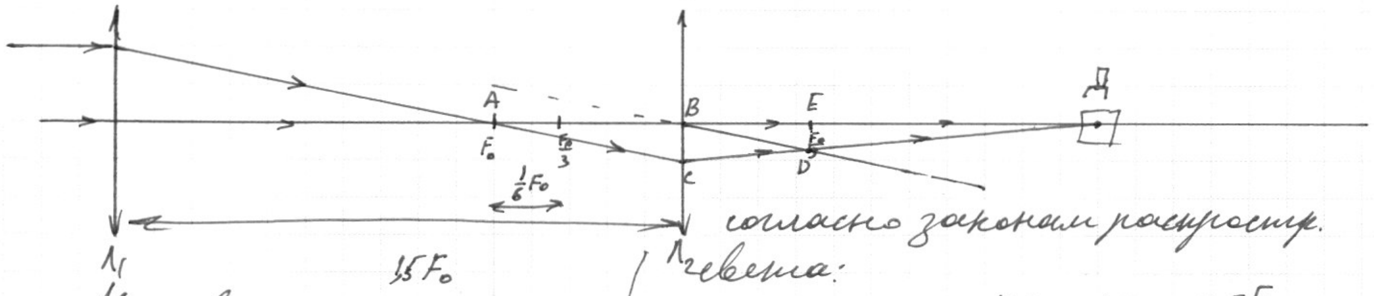
2), 3) Рассмотрим равенства энергий в ~~начальных и конечных~~ точках ~~при~~ с максимальным током и макс. напряжением на конденсаторе нетрудно убедиться, что макс. сила тока будет в самом начале процессов, ведь если $\dot{q}$ зависит от $\sin(\omega T)$, то q и $\ddot{q}$ зависят от $\cos(\omega T)$, а тогда $\sin \omega T = 1$, $\cos \omega T = 0$ (и наоборот) $\Rightarrow$

$$\begin{cases} \frac{L_1 I_{max_1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{max_1}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \text{ (зарядка)} \\ \frac{L_2 I_{max_2}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \end{cases} ; \quad \begin{cases} I_{max_1}^2 \cdot (2L + 3L) = C\mathcal{E}^2 \\ I_{max_2}^2 \cdot 2L = C\mathcal{E}^2 \end{cases} ; \quad I_{max_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}} \quad I_{max_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

Через L_1 идёт только ток $I_{max_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$, а через L_2 текли оба тока, т.к. $I_{max_2} > I_{max_1}$: $I_{max L_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5}+\sqrt{2}\right)$ 2) $I_{max L_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$; 3) $I_{max L_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

№5) F_0, D, τ_0 1) Строим ход лучей (один по главной опт. оси, другой произвольный)



согласно законам распростр. света:

$\triangle ABC \sim \triangle BED \Rightarrow \frac{BC}{ED} = \frac{AB}{BE} = \frac{0,5F_0}{\frac13 F_0} = 1,5$

$\triangle BCД \sim \triangle EDД \Rightarrow \frac{BC}{ED} = \frac{BД}{EД} = \frac{EД+BE}{EД} = 1 + \frac{BE}{EД}$

$\frac{BC}{ED} = \frac32 = 1 + \frac{BE}{EД} = 1 + \frac{\frac13 F_0}{EД}$; $\frac{F_0}{3(EД)} = \frac32 - 1$

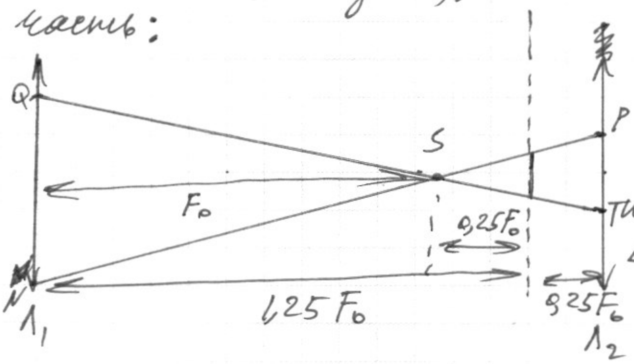
$F_0 = \frac32 EД$

$EД = \frac23 F_0$

$BД = BE + EД = \frac13 F_0 + \frac23 F_0 = F_0$

$\underline{BД = F_0}$

2) Как видно по графику мишень М не перекрывает весь световой пучёк, лишь его часть:



пучек света на $Л_2$ имеет размеры (D') из $\triangle QSM \sim \triangle PTS$: $\frac{D}{F_0} = \frac{D'}{0,5F_0}$

$D' = 0,5D$,

а световой ~~пучёк~~ длина, которую пересекла мишень это

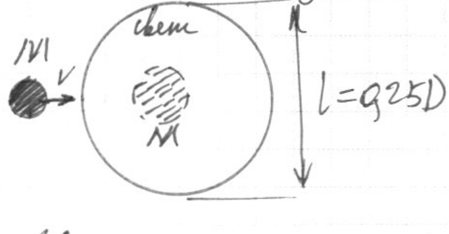
$L = 0,25D$; $(\frac{D'}{2})$, как средняя линия $\triangle SPT$

Из указанного в задаче сила тока приёмника пропорциональна площади световой поверхности: $I \sim S \Leftrightarrow I = \gamma S$, где γ - некий коэф.

тогда $I_0 \sim \pi(\frac{L}{2})^2 = \frac{\pi L^2}{4} = \frac{\pi D^2}{64}$

т.к. коэф. зависимости одинаков, разделим:

$I_1 \sim \pi(\frac{L}{2})^2 - \pi r^2 = \pi(\frac{D^2}{64} - r^2)$



$\frac{I_0}{I_1} = \frac{\frac{\pi D^2}{64}}{\pi(\frac{D^2}{64} - r^2)}$; $\frac98 = \frac{1}{1 - \frac{64r^2}{D^2}}$; $\frac89 = (1 - \frac{64r^2}{D^2})$

$\frac{8^2 r^2}{D^2} = \frac{1}{3^2}$

$r^2 = \frac{D^2}{24^2}$; $r = \frac{D}{24}$

$\underline{2r = \frac{D}{12}}$

Итак, согласно графику за время τ_0 мишень перешла границу, т.е. прошла свой диаметр

$2r = \frac{D}{12}$, т.е. $\underline{V = \frac{D}{12\tau_0}}$

За время t_1 мишень прошла диаметр пучка $l = 0,25D$

$t_1 = \frac{L}{V} = \frac{0,25D}{\frac{D}{12\tau_0}} = \frac14 \cdot 12\tau_0 = 3\tau_0$

Ответ: 1) $s(Л_2; Д) = F_0$; 2) $V = \frac{D}{12\tau_0}$; 3) $t_1 = 3\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

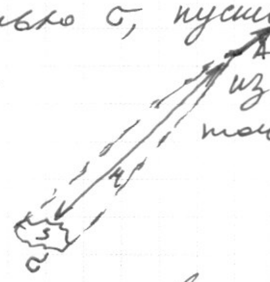
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

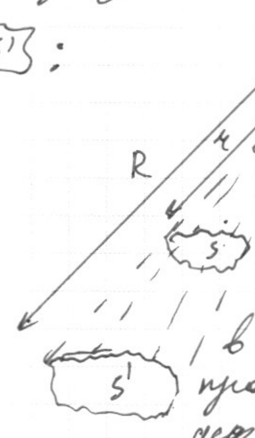
К заданию №3): теория телесных углов при рассчёте напряженности:

Пусть есть очень маленький участок площади, заряженный с поверхностной плотностью σ, пусть он создает в данной точке A напряженность E:



из точки A кусочек S это точечный заряд $\Rightarrow E = \frac{k\sigma S}{r^2}$

Теперь в том же конусе передвинем параллельно и расширим S на кусочек S':

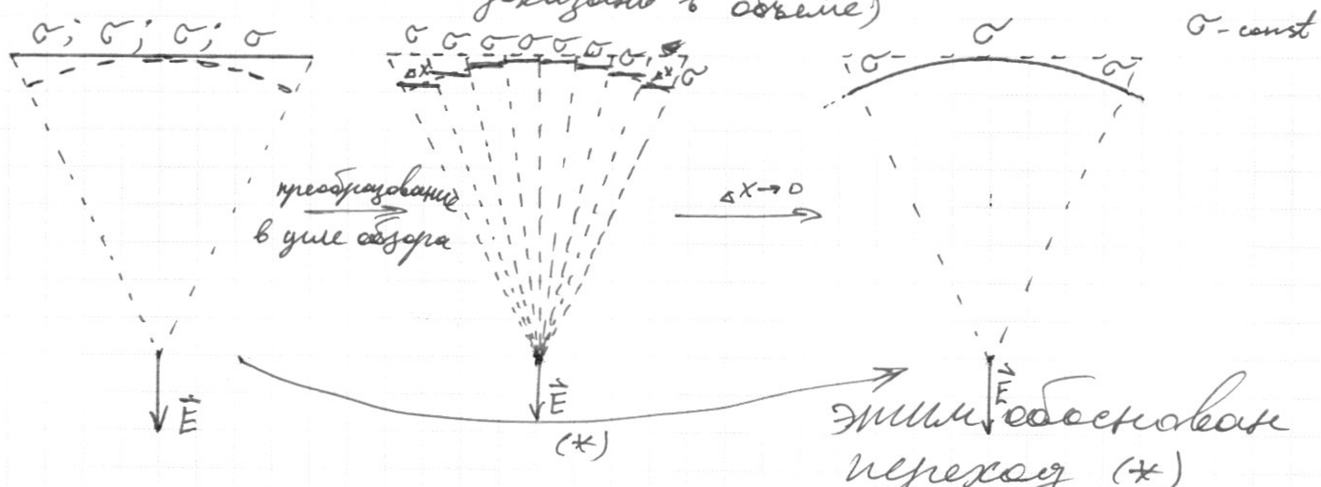


из подобия объемных конусов (или пирамид с осн S и S'): $\frac{S}{S'} = \left(\frac{r}{R}\right)^2$,

но тогда: $E = \frac{k\sigma S}{r^2} = \frac{k\sigma S'}{R^2}$,

а это и значит, что в угле видимости мы можем произвольным образом деформировать тело, например так:

(переход в плоскость) (можно считать проекцией того, что доказано в объёме)



этим обоснован переход (*)

☐ 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

$2u + V = 12$

$V = 6\cdot\frac{\sqrt{5}}{3} = 2\sqrt{5}$

$T_2 - T + T - T_1 = 0$

$8\sqrt{2}$

$\frac{8\sqrt{2} - 2\sqrt{5}}{2} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

$\frac{440+330}{2} = \frac{770}{2} = 385\,K$

PV

$\Delta U_1 + A_1 = \Delta U_2 - A_2$

$\lambda = \frac{q}{l}$

$|E_y| = 2\int_0^{\pi/2} \frac{k\lambda R\,d\alpha}{R^2}\cos\alpha = \frac{2k\lambda}{R}\int_0^{\pi/2}\cos\alpha = \frac{2k\lambda}{R}$

$q = \lambda l$

$q = C\cdot L\cdot \Delta x$

$\lambda \Delta x$

$\lambda L = C L \Delta x$

$330 - 385 = -55$

$440 - 385 = 55$

$\frac{99}{5} = 19{,}8$

$20\cdot 8 = 160$

Не уменьшится

Не увел.

$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{LI_1^2}{2} + \frac{LI_2^2}{2}$

$\cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha$

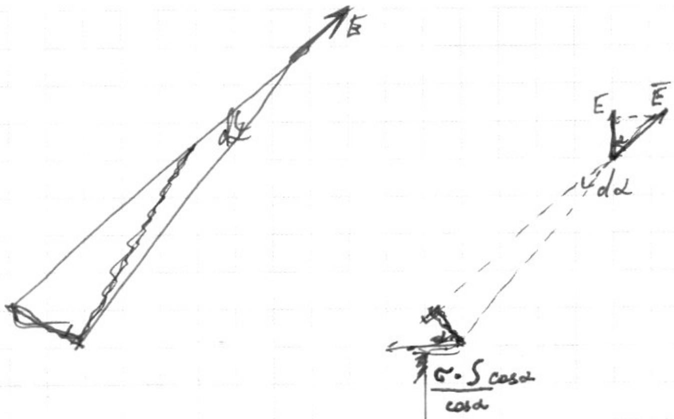
$\sin^2\alpha = \frac{1-\cos 2\alpha}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$E = \frac{kq}{r^2}$

$E = \frac{k\sigma S}{r^2}$