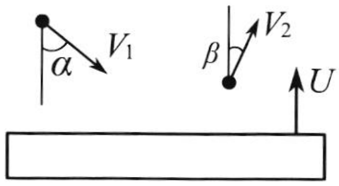
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)



1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.

1) Найти скорость V_2.

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

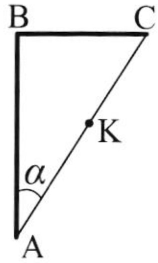
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 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 аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

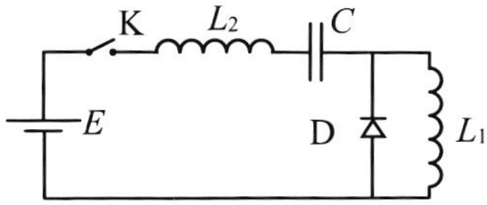
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?



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 $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.



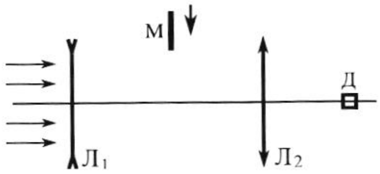
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

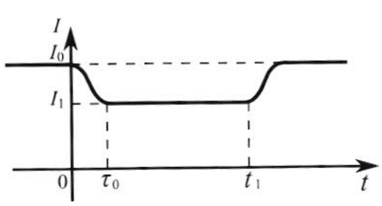
1) Найти период T этих колебаний.

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 $-2F_0$ 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). $I_1 = 7I_0/16$





.

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

№ 1.

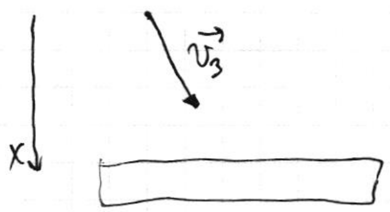
1) Во время удара на шарик не действуют силы в горизонтальном направлении, поэтому горизонтальная проекция скорости шарика сохраняется.

$V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \sin\beta$; $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20$ м/с

2) Рассмотрим абсолютно упругий удар шарика о плиту. Перейдём в систему отсчета плиты до удара.

В ней шарик движется со скоростью $\vec{v}_3$, при этом $v_{3x} = v_1 \cos\alpha + u$

СО плиты



После удара в этой системе отсчета проекция скорости шарика на ось Ox меняется на противоположную. $v'_{3x} = -v_1 \cos\alpha - u$

В системе отсчета земли после абсолютно упругого удара шарик имеет ~~горизо~~ скорость $v_x = -v_1 \cos\alpha - 2u$ (в проекции на ось Ox).

Так как в нашей задаче рассматривается неупругий удар, то $|V_{2x}| < |v_x|$, так как при неупругом ударе теряется часть энергии. Тогда $V_1\cos\alpha + 2U > V_2\cos\beta$

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

Также заметим, что $V_2\cos\beta > U$, так как шарик не может провалиться сквозь плиту

$U > \frac{20\cdot\sqrt{1-\frac{9}{25}} - 18\cdot\sqrt{1-\frac{4}{9}}}{2} = 8 - 3\sqrt{5}$ (м/с)

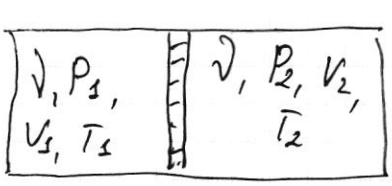
$U < 20\cdot\frac{4}{5} = 16$ (м/с)

Ответ: 1) $V_2 = 20$ м/с 2) $\begin{cases} U > 8-3\sqrt{5} \text{ (м/с)} \\ U < 16 \text{ (м/с)} \end{cases}$

№2.

1) Так как поршень может двигаться без трения, давление в отсеках равны.

Обозначим P_1 и V_1 – давление и объём аргона; P_2 и V_2 – давление и объём криптона. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для газов в начальном состоянии. $P_1V_1 = \nu RT_1$; $P_2V_2 = \nu RT_2$



Поделив первое уравнение на второе с учетом, что $P_1 = P_2$ получим: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

2) Так как сосуд теплоизолирован, то система из двух газов не получает и не отдаёт теплоту, тогда можно применить закон сохранения энергии

$\frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu RT\cdot 2$, где T – установившаяся температура в сосуде. $T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1+T_2}{2}$

☐ 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

$T = \frac{320+400}{2} = 360$ (К)

~~3) По первому началу термодинамики для аргона $Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + A$, где A - работа совершенная аргоном.~~

~~При малых изменениях объема давления и температуры справедливо соотношение $\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$ (выводится из записи уравнений Менделеева - Клапейрона $PV = \nu RT$; $(P+\Delta P)(V+\Delta V) = \nu R(T+\Delta T)$ $PV + P\Delta V + V\Delta P + \Delta V \Delta P = \nu R(T+\Delta T)$; $\frac{P\Delta V + V\Delta P}{PV} = \frac{\nu R\Delta T}{\nu RT}$ $\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta T}{T}$). Рассмотрим малое изменение температуры криптона и аргона. Так как сосуд объема постоянен $\frac{\Delta V_1}{V_1} = -\frac{\Delta V_2}{V_2}$, где ΔV_1 - изменения объема аргона, V_1 - объем аргона, аналогично ΔV_2, V_2 для криптона. Из закона сохранение энергии $\frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T_2$; $\Delta T_1 = -\Delta T_2$~~

Пусть объем всего сосуда V_0. Заметим, что равенство $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ полученное в первом пункте будет выполняться во время всего процесса. Найдём объемы газов при какой-то промежуточной температуре

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\begin{cases} \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{T_1'}{T_2'} \\ V_1 + V_2 = V_0 \end{cases} \Rightarrow \quad V_1 = \dfrac{V_0 T_1'}{T_1' + T_2'}$

$V_2 = \dfrac{V_0 T_2'}{T_1' + T_2'}$, все температуры со штрихами — температуры во время процесса.

Заметим, что из закона сохранение энергии $\frac{3}{2}\nu R(T_1' + T_2') = const \Rightarrow T_1' + T_2' = const$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для любого из газов $P_1' \frac{V_0 T_1'}{T_1' + T_2'} = \nu R T_1'$

$P_1' = \frac{\nu R(T_1' + T_2')}{V_0} = const$. Значит, давление в сосуде постоянно. Тогда работа совершенная криптоном $A = +P\Delta V = +P(V_2' - V_2)$

$V_2' = \frac{V_0}{2}$ (конечный объем криптона)

$V_2 = \frac{5}{9}V_0$ (начальный объем криптона)

$A = +P\left(\frac{1}{2} - \frac{5}{9}\right)V_0 = -\frac{1}{18}PV_0$; $P = \frac{\nu R T_2}{\frac{5}{9}V_0}$

$A = -\frac{1}{18} \cdot \frac{\nu R T_2}{5/9 \cancel{V_0}} \cdot \cancel{V_0} = -\frac{1}{10}\nu R T_2$.

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) - \frac{1}{10}\nu R T_2$ (первое начало термодинамики для криптона)

$Q = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31\left(-\frac{3}{2} \cdot 40 - 40\right) = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40 \cdot \left(-\frac{5}{2}\right) =$

$= -60 \cdot 8{,}31 \approx -498$ (Дж). Значит, криптон отдал аргону $-Q \approx +498$ Дж теплоты

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$; 2) $T = 360$ К

3) 498 Дж

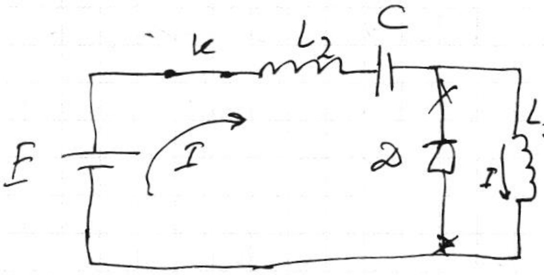
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

1) Колебание разделяются на 2 этапа

1. Ток через диод не идёт

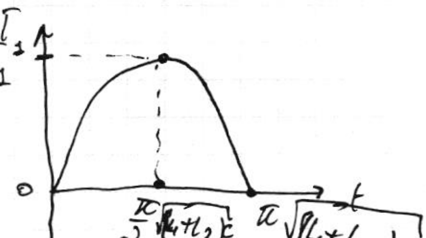
Второе правило Кирхгофа для внешнего контура цепи: $E = U_{L_2} + U_{L_1} + U_C = (L_1+L_2)\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$. $\frac{dI}{dt} = \ddot{q}$



$E = (L_1+L_2)\ddot{q} + \frac{q}{C}$ Это уравнение гармонических колебаний с периодом $T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$.

Но такие колебание будут происходить только половину периода. (дальше через диод пойдет ток). Когда направление тока в цепи сменится на противоположное напряжение на катушке L_1 равно напряжению на идеальном диоде $0 = L_1\frac{dI_1}{dt}$; $I_1 = const = 0$

Второе правило Кирхгофа для контура с диодом примет вид: $E = \frac{q}{C} + L_2\frac{dI}{dt} = \frac{q}{C} + \ddot{q}L_2$. период колебаний



$t_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$. Эти колебание тоже продлится полпериода, а потом снова включится катушка L_1. Таким образом, $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = \pi(\sqrt{L_2 C} + \sqrt{(L_1+L_2)C})$

2) Максимальный ток на первой катушке достигается на половине первого этапа колебаний. Так как ток максимален $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow U_{L_1} = U_{L_2} = 0$; $U_c = \frac{q_0}{C} = E$

$q_0 = CE$, где q_0 - заряд конденсатора в этот момент. Запишем закон сохранения энергии для цепи $Eq_0 = \frac{q_0^2}{2C} + \frac{I_{01}^2}{2}(L_1+L_2)$

$CE^2 - CE^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{I_{01}^2}{2}(L_1+L_2)$

$\frac{CE^2}{2} = \frac{I_{01}^2}{2}(L_1+L_2) \Rightarrow I_{01} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$

3) Максимальный ток на второй катушке достигается во второй фазе колебаний (когда ток через катушку L_1 не идёт). Закон сохранение энергии для цепи от момента когда „включается" диод до тока I_{02}: $Eq = \frac{q_1^2}{2C} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2}$

$\frac{dI_2}{dt} = 0$ (ток через катушку максимален)

Значит $E = \frac{q_1}{C}$; $q_1 = CE$, q_1 - заряд конденсатора в этот момент.

$\frac{1}{2}CE^2 = \frac{L_2 I_{02}^2}{2}$; $I_{02} = E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

Ответ: 1) $T = \pi(\sqrt{L_2 C} + \sqrt{(L_1+L_2)C}) = 5\pi\sqrt{LC} = 5\pi\sqrt{LC}$

2) $I_{01} = E\sqrt{\frac{C}{9L}}$; 3) $I_{02} = E\sqrt{\frac{C}{4L}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

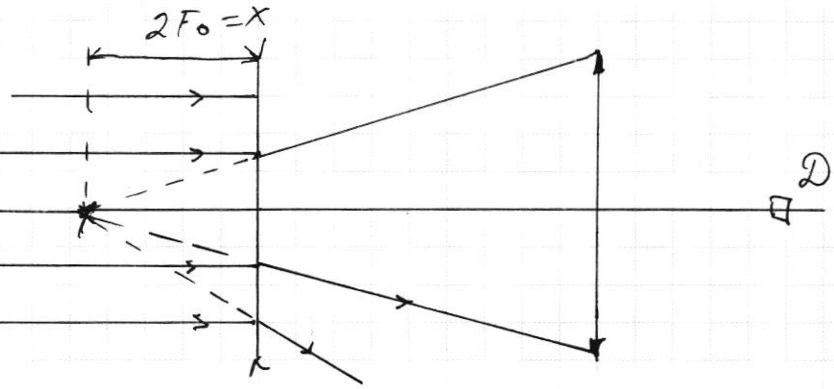
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

1) Параллельный пучок лучей, пройдя через рассеивающую линзу образует источник света для собирающей линзы на расстоянии $-\frac{1}{2F_0} = -\frac{1}{x}$; $x = 2F_0$ от рассеивающей линзы слева от неё.

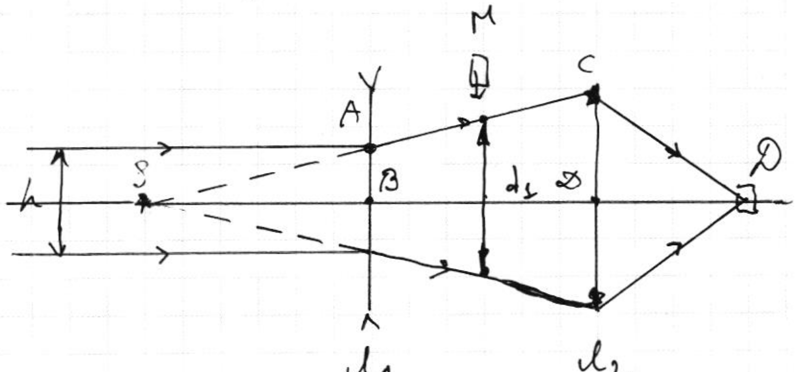
Изображение этого источника в собирающей линзе окажется на



расстоянии y от неё. По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0 + x} + \frac{1}{y}$; $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{y}$

$y = \frac{4}{3}F_0$

2) Заметим, что не все лучи попавшие на рассеивающую линзу попадают на собирающую.



Из подобия треугольников $\frac{h}{D} = \frac{2F_0}{4F_0}$ ($\triangle SCD \sim \triangle SAB$)

$h = \frac{D}{2}$. Значит, датчик начинает менятьс

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

свои показания, когда мишень входит в область диаметром $d_1 = \frac{3}{4}D$ (средняя линия трапеции ABCD $\frac{d_1}{2} = \frac{AB+CD}{2} = \frac{\frac{D}{2}+D}{4}$ $d_1 = \frac{3}{4}F$). Пусть диаметр мишени ~~то~~ d. Она полностью входит в зону, из которой лучи попадают в датчик за время τ_0 (после этого времени мишень полностью находится в этой зоне, показание датчика не меняются). Тогда $d = V \cdot \tau_0$

Найдем d из других соображений. Отношение интенсивностей до и после въезда ~~мишени~~ мишени полностью в зону $\frac{\frac{7}{16}I_0}{I_0} = \frac{d_1^2 - d^2}{d_1^2}$ (из ~~гео~~ геометрии)

$\frac{7}{16} = 1 - \frac{d^2}{d_1^2}$; $d^2 = \frac{9}{16}d_1^2$ ~~$= \frac{27}{64}D$~~ $d = \frac{3}{4}d_1 = \frac{9}{16}D$

$d = V \cdot \tau_0$; ~~$\frac{27}{64}D = V\tau_0 \Rightarrow V = \frac{27D}{64\tau_0}$~~ $\frac{9}{16}D = V \cdot \tau_0$; $V = \frac{9D}{16\tau_0}$

3) В момент времени t_1 нижний конец мишени выйдет из зоны, в которой лучи попадают ~~на со~~ в датчик. Этот конец мишени находился в зоне время t_1 и прошел в ней путь d_1

$d_1 = V \cdot t_1$; $d_1 = \frac{3}{4}D$; ~~$\frac{3}{4}D = V t_1 = \frac{27D}{64\tau_0}t_1$~~

~~$t_1 = \frac{16}{9}\tau_0$~~ $\frac{3}{4}D = \cancel{V} \cdot t_1 \cdot \frac{9D}{16\tau_0}$; $t_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

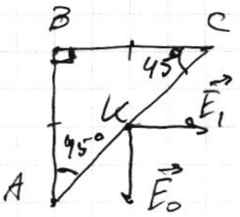
Ответ: 1) $y = \frac{4}{3}F_0$ ~~2) $V = \frac{27}{64}\frac{D}{\tau_0}$ 3) $t_1 = \frac{16}{9}\tau_0$~~

2) $V = \frac{9D}{16\tau_0}$ 3) $t_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

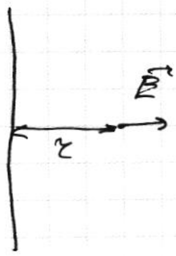
№3.

1) Пусть поле, создаваемое ~~одной из~~ пластиной BC ~~пластин~~ равно E_0 в точке K. В силу симметрии ($\triangle ABC$ – прямоугольный и равнобедренный) поле другой пластины будет также равно E_0 в этой точке, но будет направлено перпендикулярно ~~полю~~ напряжённости от пластины BC $(E_1 = E_0;\ \vec{E_1} \perp \vec{E_0})$



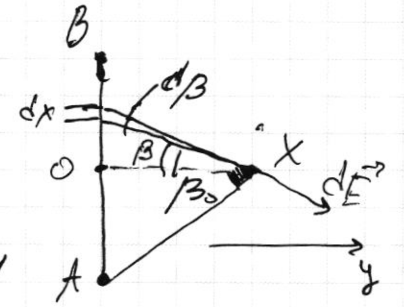
Тогда по принципу суперпозиции суммарное поле двух пластин определяется как $E_C = \sqrt{E_1^2 + E_0^2} = \sqrt{2E_0^2} = \sqrt{2} \cdot E_0$, что в $\sqrt{2}$ раз больше поля пластины BC.

2) Поле бесконечной заряженной нити на расстоянии r от нее по теореме Гаусса равно $E \cdot 2\pi r \cdot h = \frac{\lambda \cdot h}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$, где λ – линейная плотность заряда.



Разобьем плоскость на много бесконечных прямоугольничков с маленькой шириной dx. Тогда эти прямоугольнички можно считать бесконечными нитями с $\lambda = \sigma_0 dx$, где

σ_0 – поверхностная плотность заряда пластины. Посчитаем напряженность от такой пластины.



Пусть расстояние между пластиной и точкой X равно r. Разбивая пластину на маленькие нити получим

$\lambda = \sigma_0 \cdot dx = \sigma_0 \cdot \frac{r}{\cos\beta} \cdot d\beta$. $dE_y = \frac{\lambda \cdot \cos\beta}{\varepsilon_0 \cdot 2\pi r} \cdot \cos\beta = \frac{\sigma_0 \cancel{r} d\beta \cdot \cos^{\cancel{2}}\beta}{\cancel{\cos\beta} \cdot \varepsilon_0 \cdot 2\pi \cancel{r}} =$

$= \frac{\sigma_0 \cos\beta d\beta}{2\pi\varepsilon_0}$. (ищется проекция на ось Oy, так как в силу симметрии пластины напряженность направлена вдоль этой оси).

$E_y = \int_{-\beta_0}^{\beta_0} \frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0} \cos\beta d\beta = \frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0} \cdot 2\sin\beta_0 = \frac{\sigma_0 \cdot \sin\beta_0}{\pi\varepsilon_0}$

Тогда поле пластины AB: $E_1 = \frac{2}{7}\sigma \cdot \frac{\sin\left(\frac{7}{18}\pi\right)}{\pi\varepsilon_0}$

$E_2 = \sigma \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi}{9}\right)}{\pi\varepsilon_0}$; $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\sin^2\left(\frac{\pi}{9}\right) + \sin^2\left(\frac{7}{18}\pi\right) \cdot \frac{4}{49}}$

Ответ: 1) Напряженность увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

2) $E = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\sqrt{\sin^2\left(\frac{\pi}{9}\right) + \frac{4}{49}\cos^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

↓ $v_1\cos\alpha + u$ ↑ $v_1\cos\alpha + 2u \geq v_2\cos\beta$

$u \geq \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{20\cdot\frac{4}{5} - 18\cdot\frac{\sqrt5}{3}}{2} = 8 - 9\cdot\frac{\sqrt5}{3} = 8-3\sqrt5$

$P_1=P_2$; $P_1V_1=\nu RT_1$; $P_2V_2=\nu RT_2$ $\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

$\frac32\nu RT_1+\frac32\nu RT_2=\frac32\cdot2\nu RT$

$\frac{dT}{dt}=0$

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

$P_1V_1=\nu RT_1$ $\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

$P_2V_2=\nu RT_2$

$-Q=-A+\frac32\nu R(T-T_2)$

$\frac{dV}{V}+\frac{dP}{P}=\frac{dT}{T}$

$A=Q+\frac32\nu R(T-T_2)$

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

$Q=Q+\frac32\nu R(T-T_2)+\frac32\nu R(T-T_1)$

$\cancel{P_1=\frac{\nu RT_1}{V_1}}$

$P_0=\frac{\nu RT_1}{V_1}=$ $V_1 \geq \frac49 V_0$

$=\frac94\frac{\nu RT_1}{V_0}$

$\frac{\Delta P}{P_1}+\frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T_1}{T_1}$

$\frac{\Delta P}{P_2}+\frac{\Delta V}{V_2}=\frac{\Delta T_2}{T_2}$

$P_1=2\frac{\nu RT_2}{V_0}$ $\frac{P_1}{P_0}=\frac89\frac{T_2}{T_2}$

$\frac{2\Delta P}{P}=\Delta T\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right)=\frac{\Delta T(T_2-T_1)}{T_1T_2}$

$=\frac{\cancel{360}\ 40}{\cancel{320}\ 40}\cdot\frac89$

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

$\frac{dI}{dt}=0$

ток не мен.

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

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

$T=\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}+\pi\sqrt{L_2C}$

$\frac{1}{F_0} = + \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f}$

$\frac{3}{4F_0} = \frac{1}{f}$; $f = \frac{4}{3}F_0$

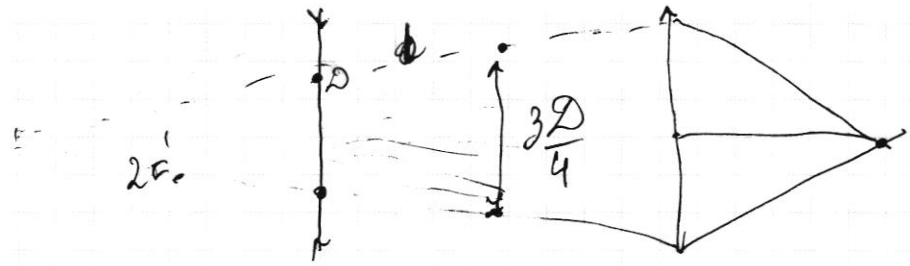
$d = \tau_0 V$

$\mu \parallel d$

$\alpha = \frac{\pi}{9} = 10^\circ$

$\frac{9}{16} = \frac{d^2/16}{9D}$

$\frac{81}{256}$



$\frac{9}{16} = \frac{d \cdot 4}{3D}$

$D \boxed{\frac{27}{64}} = d$

$\frac{7}{16} = \frac{D-d}{D} = 1 - \frac{d}{D}$

$\frac{9}{16} = \frac{d}{D}$

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

$V_2\left(\frac{T_2+T_1}{T_2}\right) = V_0$

$V_1 + V_2 = V_0$

$V_2 \frac{T_1}{T_2} + V_2 = V_0$

$V_2 = \frac{V_0 T_2}{T_2+T_1}$

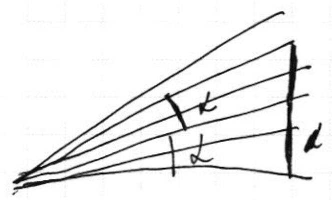
$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$P_2 = \frac{\nu R}{V_0} T_2 + T_1$

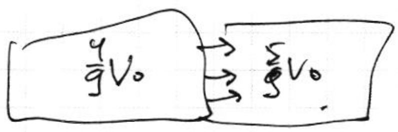
$\frac{3}{2}(\nu R T_2 + \nu R T_1) = const$

$\frac{P_2 V_0}{T_2+T_1} = \nu R$

$P = const$



$Q = dU - P\Delta V$



$P = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

$\frac{3}{4}D = V \cdot t_1$

$\frac{3}{4}D = \frac{27}{64} \frac{D}{t_0} \cdot t_1$

$\sqrt{2} E_0$

$\boxed{\tau_0 V = d}$

$\frac{d}{\frac{3}{4}D} = \frac{9/16}{1}$

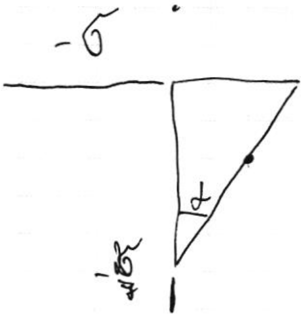
$\boxed{V = \frac{27D}{64\tau_0}}$

$\int_{E_D}^{E_0}$

$\frac{d}{D} = \frac{27}{64}$

$t_1 = \frac{16}{9}\tau_0$

$d = \frac{27}{64}D$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

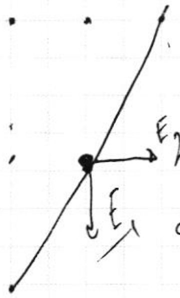
ШИФР

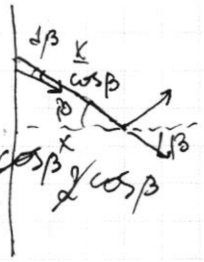
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

V

$\pi/2 - \frac{\pi}{9} = \frac{9}{18}\pi - \frac{2}{18}\pi = \frac{7}{18}\pi$





$E = \frac{k\,dq}{r^2} = \frac{k\,dq}{x^2 \cancel{\cos\beta}} \cdot \cancel{2\cos\beta}$

$dE = \frac{\sigma\, x\, d\beta \cos\beta}{\cos\beta\, 2\pi x}\ \ 2/\cos\beta$

$\frac{1}{\cos\beta}$

$\lambda = \sigma\, dx = = \frac{\sigma r}{\cos\beta} d\beta$

$\Delta x \cdot \sigma = \lambda x$

$\cancel{x = \lambda \Delta x}$

$\lambda = \sigma \Delta x$

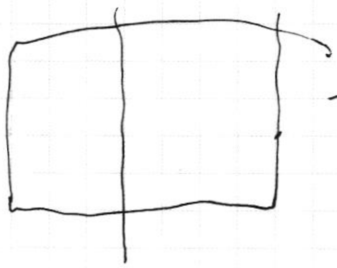
$\frac{x}{\cos\beta} \cdot d\beta\, \sigma = dq$

$\frac{p}{2\pi r \varepsilon_0} x \cdot 2\cos\beta$

$dE = \frac{k\,dq \cos^2\beta}{x^2} \cdot 2\cos\beta =$

$= \frac{k\, x\, d\beta\, \sigma \cdot \cos^2\beta}{x^2} = \frac{\sigma r\, d\beta \cdot \cos\beta}{\pi r \varepsilon_0 \cos\beta}$

$\frac{\sigma d\beta}{\pi\varepsilon_0}$



$h\, dx \cdot \sigma = \lambda \cdot h$

$\lambda = \sigma\, dx$

$E = \int_0^{\frac{8\pi}{9}} k\sigma \frac{\cos^2\beta\, d\beta}{x}$

$E \cdot 2\pi x \cdot k = \frac{k\lambda}{\varepsilon_0}$ $\sigma y \Delta y$ $\frac{\lambda}{2\pi x} \cos\beta \cdot \cos\beta \cdot 2$

$\sigma \Delta y \Delta x$

$E = \frac{\lambda}{2\pi x \varepsilon_0}$

$\lambda = \frac{\Delta q}{\Delta x}$

$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S}$

$\lambda = \sigma\Delta x$ $= \frac{\lambda}{\pi x} \cos^2\beta$

$\frac{8}{9}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{2}{7}$

$\boxed{\frac{\sigma\, d\beta}{\pi\varepsilon_0}}$

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{9}$

$\frac{7}{63} \cdot \frac{16}{63}$

$\frac{\lambda}{\cos\beta} d\beta \cdot x = \frac{dq}{\sigma} \lambda\, dx$ dq

$E_1 = \frac{2\sigma \cdot \pi}{\pi\, 18\varepsilon_0} = \frac{1}{9}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ $\cancel{\lambda = \frac{\sigma x^2 d\beta}{dx \cos\beta}}$

$E_2 = \frac{\sigma \cdot \pi}{9\varepsilon_0} =$

$E = \frac{\lambda}{2\pi x}$

$\lambda = \frac{\sigma r\, d\beta}{\cos\beta}$

$\frac{\sigma\, d\beta}{\varepsilon_0 \pi}$

$dE = \frac{\lambda}{2\pi r} = \frac{\sigma r\, d\beta}{\cos\beta \cdot \pi r} \cdot 2\cos\beta$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)