Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

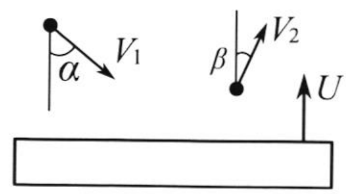
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 12 м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \frac{1}{2} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta \left(\sin\beta = \frac{1}{3} \right)$ 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.

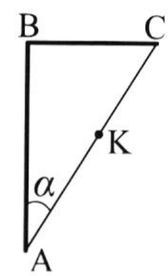
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 350 К, а азота T_2 = 550 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

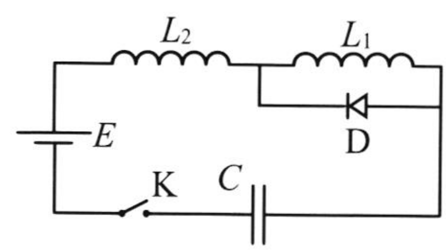
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

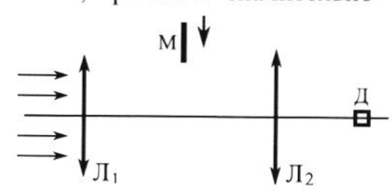


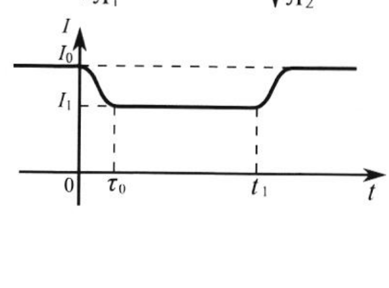
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 5I_0/9$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

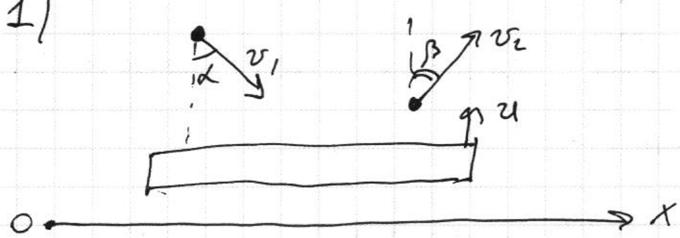
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 1

Дано
$v_1 = 12\ \frac{м}{с}$
$\sin\alpha = \frac{1}{2}$
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

1) v_2
2) возможные u

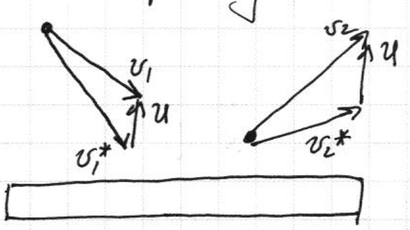
1)



По оси ох сохраняется импульс системы „шарик", потому что нет внешних сил по ox: $\cancel{m} v_1 \sin\alpha = \cancel{m} v_2 \sin\beta \Rightarrow$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = 12 \cdot \frac{3}{2} = 6 \cdot 3 = 18\ \frac{м}{с}$$

2) Перейдем в СО плиты



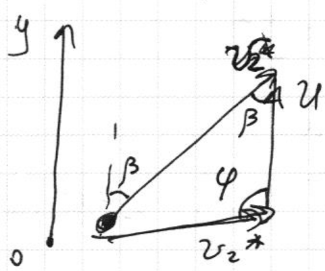
v_1 и v_2 - абсолютные скорости отн. земли (исо)

u - переносная скорость

v_1^* и v_2^* - ~~относ~~ отн. скорости отн. плиты

Рассмотрим треугольник скоростей после удара:

$$\vec{v_2} = \vec{u} + \vec{v_2^*}$$



Как видно из рисунка если $\varphi < 90°$, то v^*_{2y} - отрицательна $\Rightarrow \varphi \geq 90° \Rightarrow$

$u \leq v_2^* \cos\beta$, $\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}}$

$u \leq 18 \cdot \frac{\sqrt{8}}{3}$ $\quad u \leq 6\sqrt{8}$

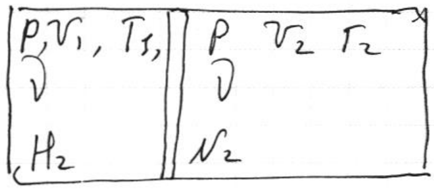
Ответ: 1) $18\ \frac{м}{с}$
2) $u \leq 6\sqrt{8}$

Задача №2

Дано
$i=5$
$T_1 = 350 K$
$T_2 = 550 K$
$C_V = \frac{5R}{2}$
$\nu = \frac{6}{7}$ моль

1) $\frac{V_2}{V_1}$
2) T
3) Q_{H_2}

1)



$pV_1 = \nu R T_1$
$pV_2 = \nu R T_2$
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{55\cancel{0}}{35\cancel{0}}$

2) По ЗСЭ (т.к. сосуд теплоизолирован):

$$\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T + \frac{5}{2}\nu R T$$

$$\frac{5}{2}T_1 + \frac{5}{2}T_2 = 5T \qquad T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{550+350}{2} = 450K$$

3) $Q_{H_2} = C_p \nu \Delta T$ ~~В дано~~ $C_p = R + C_V$

$C_p = R + \frac{i}{2}R$, $C_p = R + \frac{5}{2}R = \frac{7}{2}R$.

Т.к. поршень движется медленно (без ускорения), то давления в левой и правой части всегда равны $\Rightarrow$ процесс изобарный

$$Q_{H_2} = \frac{7}{2}R\nu(T - T_1) = \frac{\cancel{7}}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{6}{\cancel{7}}(450-350) =$$

$$= 3 \cdot 8{,}31 \cdot 100 = 831 \cdot 3 = 2493 \text{ Дж}.$$

Какое кол-во теплоты азот отдал, такое кол-во теплоты принял водород.

Ответ: 1) $\frac{V_2}{V_1} = \frac{55}{35}$

2) $T = \frac{T_1+T_2}{2} = 450K$

3) $Q_{H_2} = \frac{7}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2} - T_1\right) = 2493$ Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

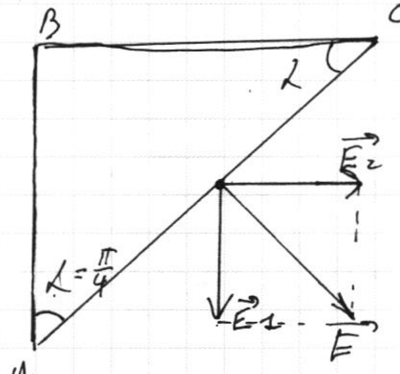
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 3

1)



Т.к. $\angle\alpha = \frac{\pi}{4} = 45°$, то $AB=BC$

$\Rightarrow S_1 = S_2 \Rightarrow q_1 = q_2 = q$

$E_1 = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$

$E_2 = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$

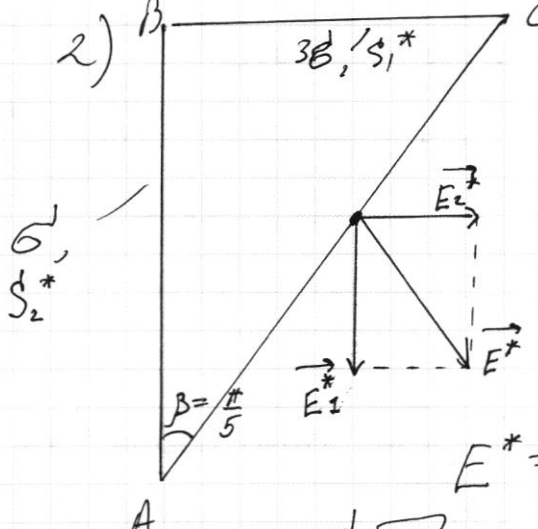
По принципу суперпозиции:

$\vec{E_1} + \vec{E_2} = \vec{E}$

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{2}$

$\frac{E}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1,4$

2)



$\angle\beta = \frac{\pi}{5}$. $tg\beta = \frac{BC}{AB} \Rightarrow$

$BC = AB\,tg\beta \Rightarrow S_1^* = S_2^*\,tg\frac{\pi}{5}$

$\vec{E^*} = \vec{E_1^*} + \vec{E_2^*}$

$E^* = \sqrt{E_1^{*2} + E_2^{*2}}$

$E_1^* = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E^* = \sqrt{\left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{10\sigma^2}{(2\varepsilon_0)^2}} = \frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

Ответ: 1) увеличится в 1,4 раза

2) $\frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

№4

Дано

$L_1 = 4L$

$L_2 = 3L$

$\mathcal{E},\ C$

1) T-?

2) I_{m1}-?

3) I_{m2}-?

1) Период ~~складывается из двух равных полупериодов~~ L_1 можно найти когда диод закрыт

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

2) $\mathcal{E} = U_{L1} + U_{L2} + U_C$ (тока через D нет)

$\mathcal{E} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} + \frac{q}{C}$

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

$\ddot{q} + \frac{q}{C(L_1+L_2)} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2}$, $\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} \Rightarrow$

$T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)} = 2\pi\sqrt{7CL}$

$\mathcal{E} = U_C + U_{L2}$ (ток через D есть)

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

$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{L_2 C}} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{3LC}$

$\cancel{T = \pi\sqrt{7LC} + \pi\sqrt{3LC}}$ $\quad \boxed{T = 2\pi\sqrt{7LC}}$

3) Рассмотрим ~~время~~ ~~момент~~ промежуток времени пока диод закрыт

$q(t) = A\sin\omega_1 t + B\cos\omega_1 t + X_1$, $X_1\omega_1^2 = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} \Rightarrow$

$q(0) = 0 = B + \mathcal{E}C \Rightarrow B = -\mathcal{E}C$ $\quad X_1 = \mathcal{E}C$

$I(t) = q'(t) = A\omega_1\cos\omega_1 t - B\omega_1\sin\omega_1 t$

$I(0) = 0 = A\omega_1 \Rightarrow A = 0$

$I(t) = \mathcal{E}C \cdot \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}}\sin\omega_1 t$, $I(t) = I_m$ при $\sin\omega_1 t = 1$

$\boxed{I_{m1} = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}} = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{7LC}}$

4) Рассмотрим ~~момент~~ промежуток времени пока диод открыт

$q(t) = A_2\sin\omega_2 t + B_2\cos\omega_2 t + X_2$, $X_2\omega_2^2 = \frac{\mathcal{E}}{L_2} \Rightarrow$

$q(0) = 0 \Rightarrow B_2 = -\mathcal{E}C$ $\quad \Rightarrow X_2 = \mathcal{E}C$

$I(0) = 0 \Rightarrow A_2 = 0$

$I(t) = \mathcal{E}C \cdot \frac{1}{\sqrt{L_2 C}}\sin\omega_2 t$

$I(t) = I_{m2}$ при $\sin\omega_2 t = 1$

$$I_{m2} = \frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{L_2 C}} = \frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{3LC}}$$

Ответ: 1) $2\pi\sqrt{7LC}$

2) $\cancel{\frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}}$ $\frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{7LC}}$

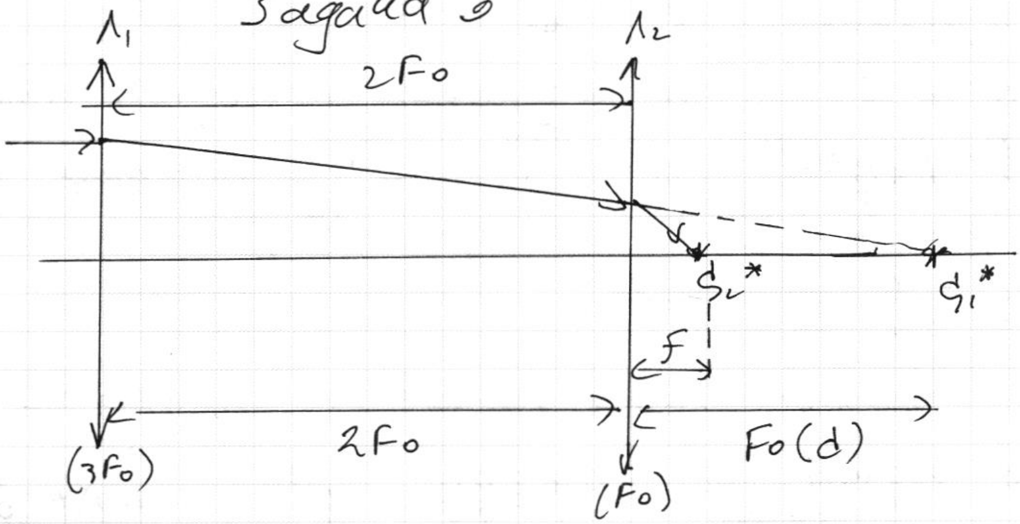
3) $\cancel{\frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{L_2 C}}}$ $\frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{3LC}}$

Задача 5

1) $f = ?$

2) $v = ?$

3) $t_1 = ?$

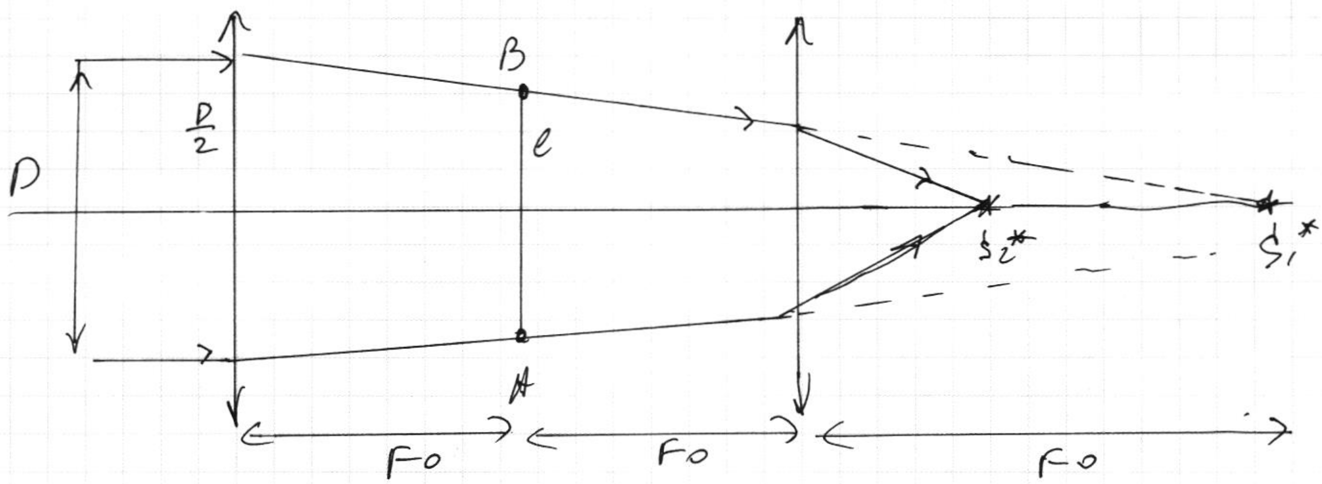


1) Параллельный пучок лучей сходится в фокусе линзы, S_1^* – мнимый П для $Л_2$

$$\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = \frac{dF_0}{d+F_0} = \frac{F_0}{2}$$

2) Обозначим P – мощность света,

I – интенсивность ($I = const$)



Мощность в сечении AB пропорциональна мощности на фотоэлементе

$P_{AB} \approx I S \approx I \cdot 2\ell$, ~~где~~

Из подобия: $\frac{3F_0}{\frac{D}{2}} = \frac{2F_0}{\ell} \Rightarrow \ell = \frac{D}{3}$

$P_{AB} = \alpha I_0$, где α – коэф. пропорциональности

$I \cdot \frac{2D}{3} = P_{AB} = \alpha I_0$, $\alpha \cdot \frac{5I_0}{9} = I \cdot X$, X – размер ~~пластины~~ мишени

$\cancel{I} \cdot X = \frac{5}{9} \cdot \frac{2D}{3} \cancel{I} \Rightarrow X = \frac{10}{27} D$

$v = \frac{X}{t_0} = \frac{10\,D}{27\,t_0}$

3) t_1 – время, пока пластина проходит через пучок лучей от линз

$t_1 = \frac{X + 2\ell}{v} = \frac{\frac{10D}{27} + \frac{2D}{3}}{\frac{10D}{27 t_0}} = \cancel{\frac{\frac{10D + 18D}{27}}{\frac{10D}{27t_0}}}$

$= \cancel{\frac{18D}{10D} t_0} = \cancel{1{,}8 t_0} = \frac{\frac{10D}{27} + \frac{18D}{27}}{\frac{10D}{27t_0}} = \frac{28 t_0}{10} = 2{,}8 t_0$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$

2) $\frac{10\,D}{27}$

3) ~~$1{,}8 t_0$~~ $2{,}8 t_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача N 3 5

Дано

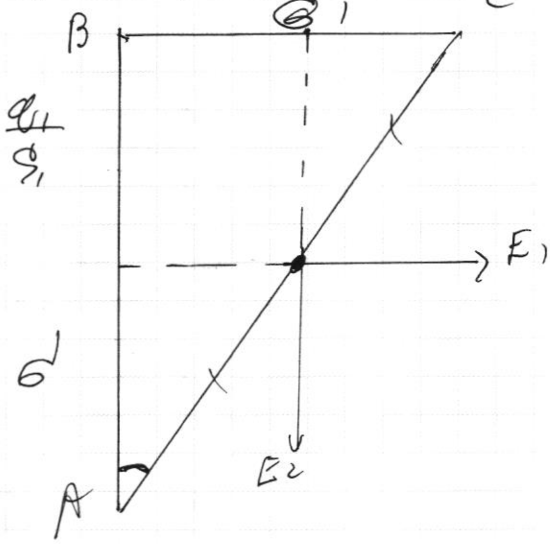
1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

2) $\sigma_1 = 3\sigma$

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

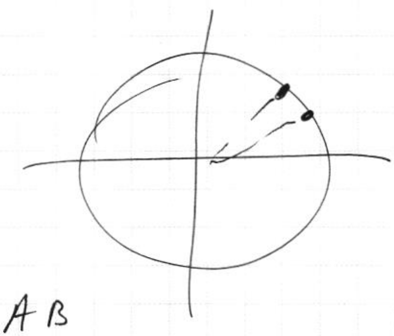
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\sigma = \frac{q_1}{S_1}$



$\frac{\pi}{2}$

$\frac{\pi}{5}$



$\sigma = \frac{q_2}{S}$

$tg\alpha = \frac{BC}{AB}$

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

$BC = arctg\frac{\pi}{5} AB$

$\frac{q\sigma}{2\varepsilon_0 S_1} = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0 S_2 tg\frac{\pi}{5}}$

$q\alpha + \sigma$

$A\sigma = \Delta E$

$q\,\varepsilon_0$

$S =$

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

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

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

$\pi\left(\sqrt{L_2 C} + \sqrt{C(L_2+L_1)}\right)$

$\pi\sqrt{3LC} + \sqrt{7L}$

$\pi LC\sqrt{10}$

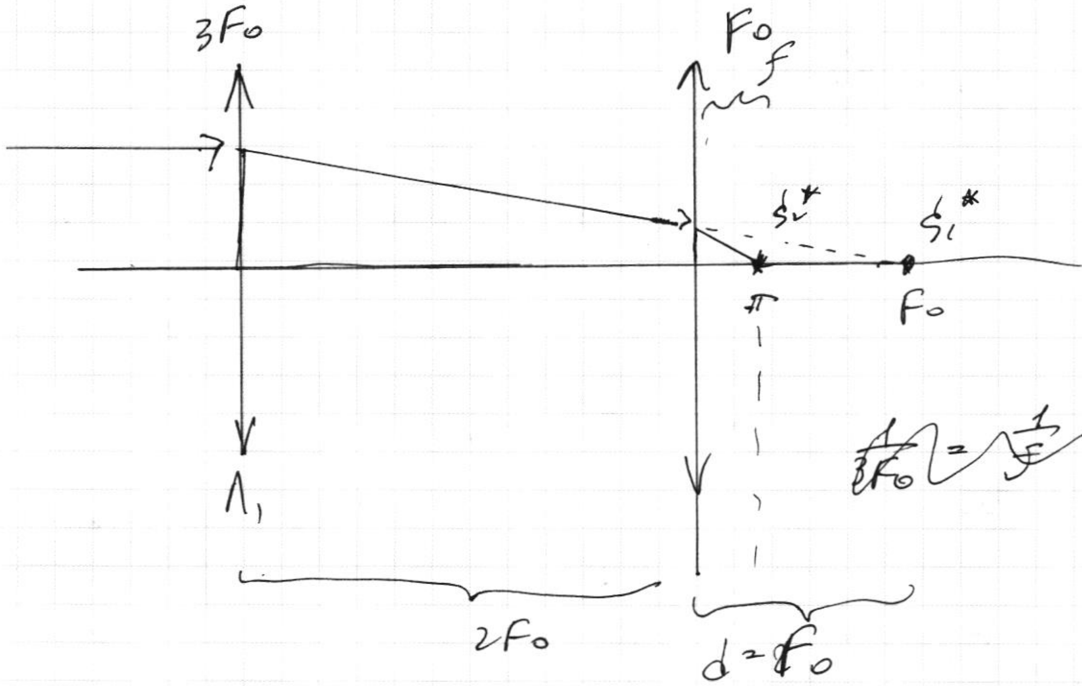
☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$\frac{F}{q}$ $A\delta = \Delta E$ $\rho = \frac{\cancel{\alpha}}{S}$

$$\mathcal{E} = U_{L2} + U_{L1} + U_C$$

$$\mathcal{E} = L_2\dot{I} + L_1\dot{I} + \frac{q}{C}$$



$$\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

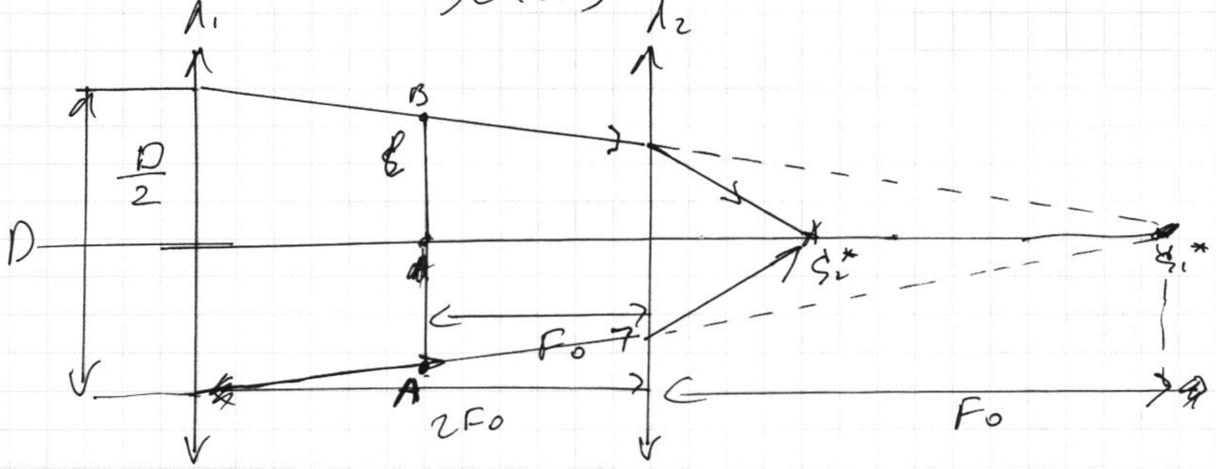
$$\frac{1}{f} = \frac{d+F_0}{dF_0}$$

$$f = \frac{dF_0}{d+F_0}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

Эскиз



Мощность в сечении AB пропорциональна мощности на фотодетекторе.

$P_{AB} = \frac{I}{S} \approx \frac{I}{AB}$. Из подобия $\frac{3F_0}{\frac{D}{2}} = \frac{2F_0}{b}$

$b = \frac{D}{3}$ $\quad P_{AB} \approx \frac{3I}{2D}$

$P_{AB} = \alpha I_0$, α – коэф. пропорциональности

$\frac{3I}{2D} = \alpha I_0$, $\quad \frac{5I_0}{9}\alpha = \frac{I}{X}$, X – размер пластины

$\frac{I}{X} = \frac{5}{\cancel{9}_{3}} \cdot \frac{3I}{2D} = \frac{5I}{6D} \Rightarrow X = \frac{6D}{5}$

$P_{AB} \approx IS$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I(t) = I_{m2}$ при $\sin\omega_2 t = 1$

$I_{m2} = \frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{L_2 C}}$

Ответ: ~~1) $\pi\sqrt{7LC} + \pi\sqrt{3LC}$~~

1) $2\pi\sqrt{7LC}$

2) $\frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}$

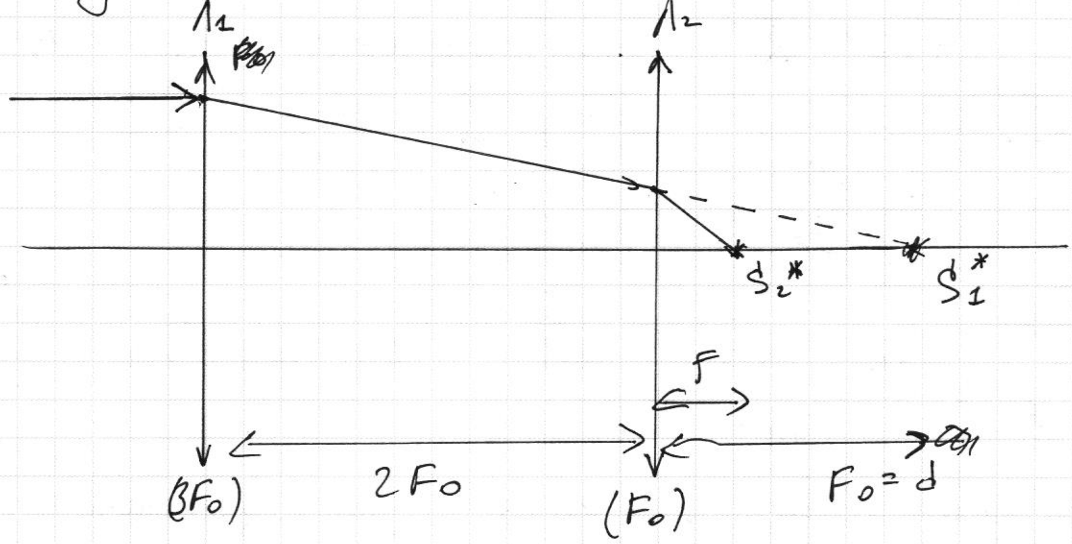
3) $\frac{\mathcal{E} C}{\sqrt{L_2 C}}$

Задача № 5

1) $f = ?$

2) $V = ?$

3) $t_1 = ?$



1) Параллельный пучок лучей сходится в фокусе линзы. S_1^* - мнимый П для $Л_2$

$\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_0}$ $\quad \frac{1}{f} = \frac{F_0+d}{d \cdot F_0}$

$f = \frac{d \cdot F_0}{d+F_0} = \frac{F_0^2}{2F_0} = \frac{F_0}{2}$

2) Обозначим P - мощность падающего света

I - интенсивность ($I = const$)

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{3I}{D} = I_0\alpha$$

$$\frac{5I_0}{9}\cancel{\alpha} = \frac{I}{d}$$

$$\frac{5\cancel{I}}{9\cancel{D}} = \frac{\cancel{I}}{d}$$

$$\frac{3F_0}{D} = \frac{2F_0}{AB}$$

$$AB = \frac{2}{3}D$$

$$\frac{I}{\frac{2}{3}D} = I_0\alpha$$

$I \cdot S$ $\quad \frac{I}{S}$ $\quad I = PS$

$$\frac{2D}{3}$$

$\cancel{3DI}$

$$\frac{3I}{2D} = I_0\alpha \qquad \frac{3I}{2D} = I_0\alpha$$

$$\frac{5I_0}{9}\alpha = \frac{I}{x} \qquad \frac{5I_0}{9}\cancel{\alpha} = \frac{I}{x}$$

$$\frac{5}{\cancel{9}_3} \cdot \frac{3}{2}\frac{I}{D} = \frac{I}{x} \qquad \frac{5\cancel{I_0}}{\cancel{9}_3} \cdot \frac{\cancel{3}\cancel{I}}{2D} = \frac{\cancel{I}}{x}$$

$$\frac{5}{6}\frac{\cancel{I}}{D} = \frac{\cancel{I}}{x} \qquad \frac{5}{6D} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{6}{3}D \qquad x = \frac{6D}{5}$$

$$\#e^2$$

$$\frac{5I_0}{9}$$

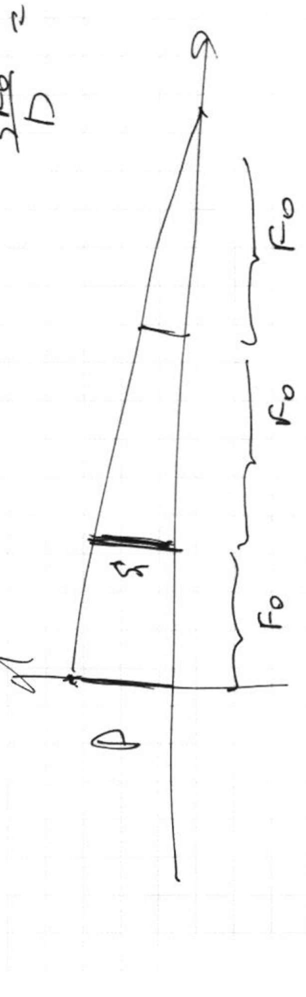
$$\frac{3F_0}{D} = \frac{2F_0}{\frac{2F_0}{S_1}}$$

$$S_1 = \frac{2}{3}D$$

$$D = \frac{I}{\frac{2}{3}D} = I_0\alpha$$

$$\frac{3I}{2D} = I_0\alpha$$

$$\frac{5I_0}{9}\alpha = \frac{I}{x}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1

Дано

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

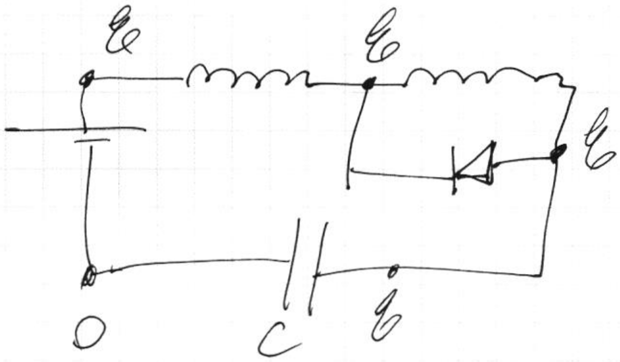
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

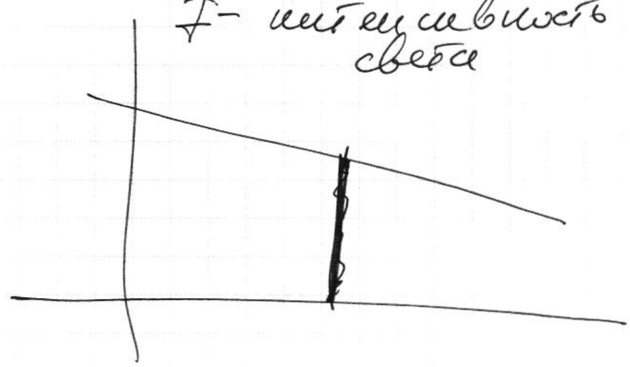
1) Перейдем в СО плиты

$U_L = 0$

$P = \frac{I}{S}$,

I – интенсивность света





$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t + X_1$, $X_1\omega^2 = ℰ$

$X_1\omega^2 = ℰ$

$\frac{X_1}{C(L_1+L_2)} = \frac{ℰ}{L_1+L_2}$ $X_1 = ℰC$

$\frac{X_1}{C(L_1+L_2)} = \frac{ℰ}{L_2}$

$X_1 = \frac{ℰ C(L_1+L_2)}{L_2}$

$q(t) = 0 \Rightarrow B = X_1$

$I(0) = 0 \Rightarrow A = 0$

$X_1 = ℰC$ $\frac{q}{C} = u$

$q = Cu$

$q(t) = X_1\cos\omega t + X$

$I(t) = -\omega X_1\cos\omega t + X$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

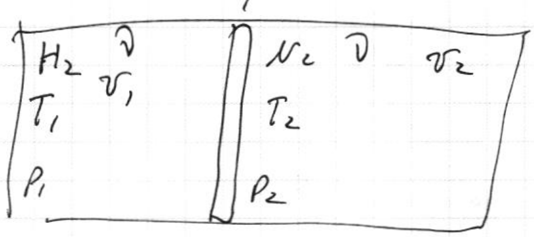
70 140

$-\frac{35}{6}$ / 0 ; $-\frac{35}{5}$ / 175

55 | 35 ; 35 | 1.5 ; 200 ; 175 ; 5

$\boxed{\nu = \frac{6}{7}\text{ моль}}$

теплопроводящий



$C_V = \frac{5R}{2}$ $\quad \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{35}{180} = \frac{T_1}{T}$ $\quad P_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$ $\quad P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{180 T_1}{35 T} =$

$= \frac{180 \cdot 350}{35 \cdot 550} = \frac{1800}{}$

$\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T + \frac{5}{2}\nu R T$

$P_1 \cdot \frac{35}{90} V = \nu R T_1$

$\frac{5}{2}T_1 + \frac{5}{2}T_2 = 5T$

$V_1 + \frac{55}{35}V_1 = 2V$

$P_2 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T$

$\frac{T_1 + T_2}{2} = 5T$

$PV_2 = \nu R T$

$Q_{He} = A_{He} + \Delta U_{He}$

8 $\quad 55V_1 = 35V_2$

$P = \frac{\nu R T}{V_2}$

$V_2 = \frac{55}{35}V_1$

$Q_N = A_N + \Delta U_N$

$\frac{3R}{2}$ $\cancel{+R}$

$Q_N = C\Delta T \nu$ $\quad C_p = R + C_V$

$P\Delta V$

$\frac{5R}{2}$

$\frac{90}{35}V_1 = V$

$PV = \nu R T$

$Q = A + \Delta U$

$\frac{35}{90}V$

$P_2 V_2 = \nu R T$ $\quad P_2 V_2 = P_1 V_1$

$P_1 V_1 = \nu R T$ $\quad V_2 = V_1$

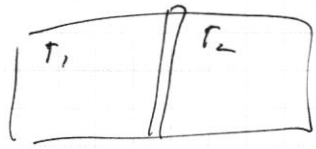
$P_1 \cdot \frac{55}{35}V_1 = \nu R T_2$

$P_2 \cdot \frac{55}{2}$

$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $V_2 = \frac{560 V_1}{310}$



$\frac{55}{35} V_1 + V_1$

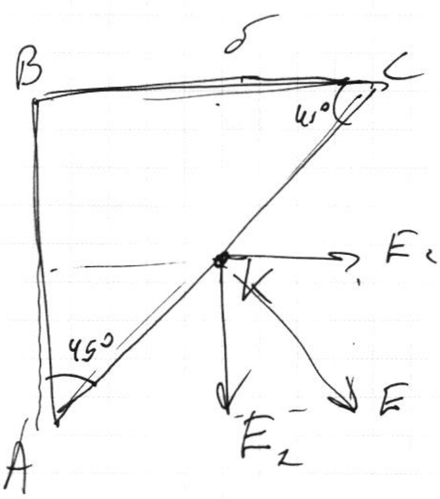
$\frac{90}{35} V_1$ $2V$

$V_1 = \frac{35}{90} V$

$p \frac{35}{90} V = \nu R T_1$

$p_2 \frac{V}{2} = \nu R T$

$\frac{p}{p_2} = \frac{35}{90} \cdot 2 = \frac{T_1}{T}$ $\frac{p}{p_2} = \frac{70}{90} = \frac{350}{450} =$



$Q = A + \Delta U$

$Q = A + \Delta U$

$Q - \Delta U_1 = Q - \Delta U_2$

$Q =$

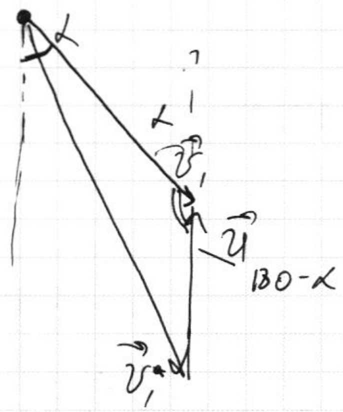
$831 - 3 = 2493$

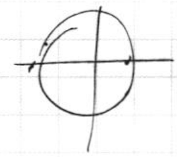
$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}$ $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}$

$\boxtimes$ черновик $\square$ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

$P(\vec{v})$





v_1 - абс

u - пер

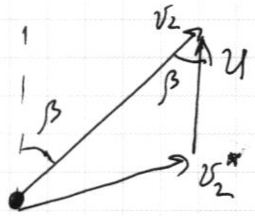
v_1^*, v_2^* - отн

$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v}_1^*$

$v_1^{*2} = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos(180-\alpha)$

$$\boxed{v_1^{*2} = v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cos\alpha}$$

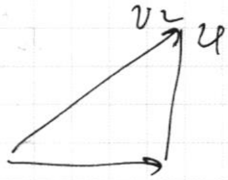
$$\boxed{v_2^{*2} = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cos\beta}$$



ЗСИ Ox: $\cancel{m} v_1 \sin\alpha = \cancel{m} v_2 \sin\beta$

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

$\cos\beta = \frac{u}{v_2^*}$ $\quad u = v_2^* \cos\beta$

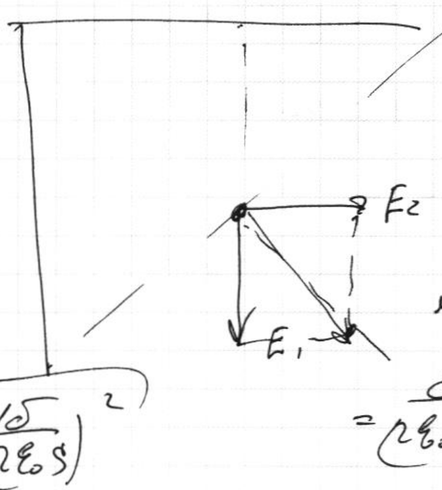


$\sin\beta =$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} =$

$\frac{2\sqrt{2}}{3}$

$E_1 = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0 S}$



$\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{2}$ $\quad = \sqrt{2\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right)^2}$ $\quad = \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right)^2$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

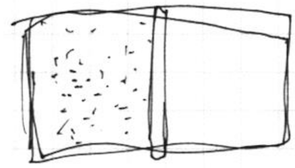
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

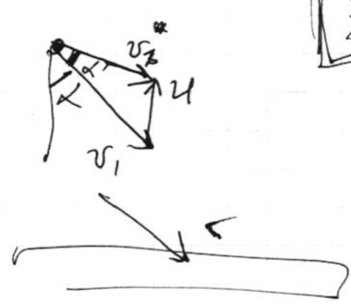
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Перейдем в СО плиты



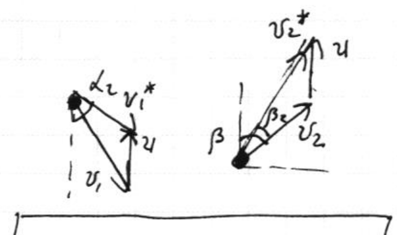


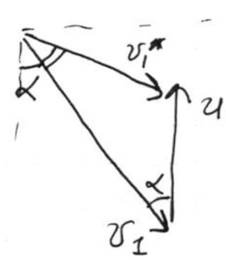
По т. косинусов

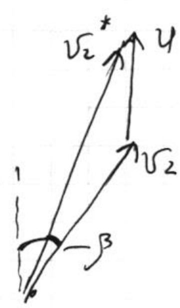
$v_1^* =$

$\cancel{mV_1\cos\alpha_2}$ $\quad mV_1\sin\alpha_2 = mV_2\sin\beta_2$

$\cancel{\frac{mV_1^2}{2}} \neq$







$v_1^{*2} = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u\cos\alpha$

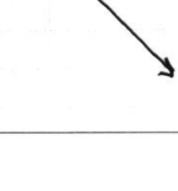
$\vec{v_1} = \vec{u} + \vec{v_1^*}$

$\vec{v_2} = \vec{u} + \vec{v_2^*}$

v_2, V_1 - абс. скорость

u - пер. скорость

v_1^*, v_2^* - отн. скорость



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)