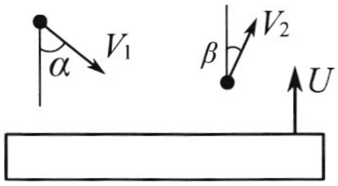
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



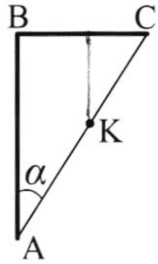
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

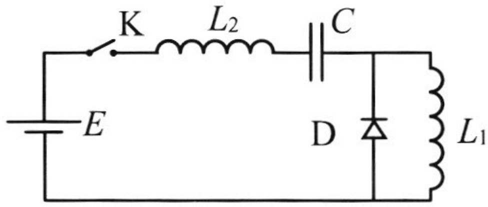
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

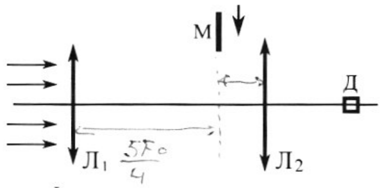
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

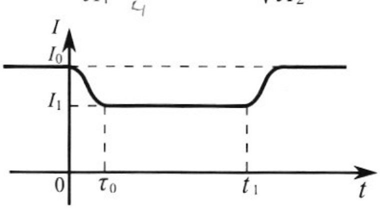
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями L_1 = 3L, L_2 = 2L, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

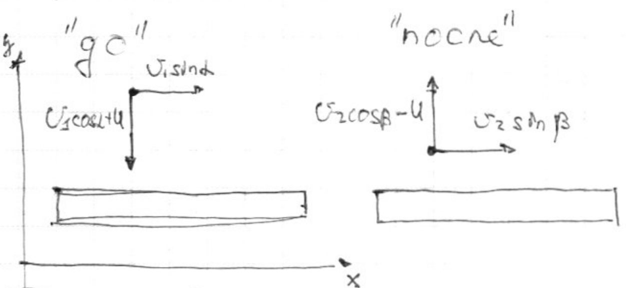
$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

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

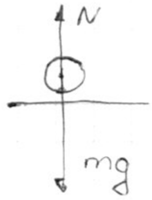
$v_2 = ?$

$u = ?$

Решение:



Ⅰ Перейдём в ИСО, движущуюся со скоростью u вверх. Плита покоится.



Т.к. плита гладкая, то на шарик действуют только N – нормальная сила реакции опоры, mg – сила тяж. (плита горизонтальна – N направлена вертик.)

Ⅱ Т.к. вдоль ox не действ. никаких сил, то в проекц. на эту ось выполн Зак. Сохр. Имп.

ox: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow \boxed{v_2 = 2v_1} = 12\ \frac{м}{с}$$

Ⅲ $\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\quad \cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

Т.к. действие силы тяжести за время удара можно не учит., то

ЗСИ:

oy: $m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha) = \int\limits_0^{t_{уд}} N dt$ $\quad$ ($t_{уд}$ – время удара)

ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + \int\limits_0^{t_{уд}} N u\, dt = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + Q$$

m – масса шар, M – масса плиты, Q – потери энергии (выдел. тепла)

~~$u\int\limits_0^{t_{уд}} N dt = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2} \Leftrightarrow u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_2}$~~

$$u\int\limits_0^{t_{уд}} N dt = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2} + Q \Rightarrow u\int\limits_0^{t_{уд}} N dt \geqslant \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2}$$

$(Q \geqslant 0)$

$$u \cdot m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha) \geqslant \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2}$$

$$u \geqslant \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha)}$$

$$u \geqslant \frac{54}{8\sqrt{2} + 2\sqrt{5}}\ \frac{м}{с} \qquad u \geqslant \frac{27(4\sqrt{2} - \sqrt{5})}{27}\ \frac{м}{с}$$

$$u \geqslant (4\sqrt{2} - \sqrt{5})\ \frac{м}{с}$$

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$, ~~$u \geqslant \frac{54}{8\sqrt{2}+2\sqrt{5}}\ \frac{м}{с}$~~

$u \geqslant (4\sqrt{2} - \sqrt{5})\ \frac{м}{с}$

№2

Дано:

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330$ K

$T_2 = 440$ K

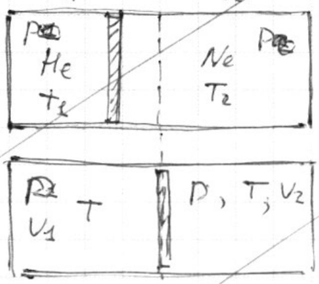
$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\frac{V_{01}}{V_{02}} = ?$

$T = ?$

$Q_{12} = ?$

Решение:



т.к. поршень вначале не удерживают, то будем считать что давление газов одинаково.

I p_0 — давление гелия и неона вначале

V_1, V_2 — объёмы отсеков в конце

II По зак. Менделеева-Клапейрона

$$p_0 V_{01} = \nu R T_1$$
$$p_0 V_{02} = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$$

$$pV_1 = \nu RT$$
$$pV_2 = \nu RT \Rightarrow V_1 = V_2$$

т.к. в уст-ся состоянии поршень покоится ($\Sigma F = 0$), то давления газов будут одинаковыми!

III $V_{01} + V_{02} = V_1 + V_2$

$$p_0(V_{01} + V_{02}) = p(V_1 + V_2)$$
$$\nu R(T_1 + T_2) = 2\nu RT$$
$$\boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}} = 385K$$

IV $Q_{12} = A_1 + \Delta U_1$

A_1 — работа гелия

$\Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

№2

I т.к. сосуд теплоизол-ный, то для любого мом. времени $A_{12} + \Delta U_1 = -(A_{21} + \Delta U_2)$

A_{12} — работа гелия ΔU_1 — изменение энергии гелия

аналогично A_{21} и ΔU_2

При этом $A_{12} = -A_{21} \Rightarrow \Delta U_1 = -\Delta U_2$

т.к. поршень движется медленно, давления по обе стороны почти равны

$$\frac{3}{2}\nu R \Delta T_1 = -\frac{3}{2}\nu R \Delta T_2$$

$$\boxed{\Delta T_1 = -\Delta T_2} \quad (1)$$

II Зак. Менделеева-Клапейрона:

$$p_0 V_{01} = \nu R T_1$$
$$p_0 V_{02} = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$$
$$pV_1 = \nu RT$$
$$pV_2 = \nu RT$$

p_0, p — давления вначале и в конце

V_{01}, V_{02} и V_1, V_2 — объёмы вначале и в конце

III

$$V_{01} + V_{02} = V_1 + V_2 \quad (3)$$
$$p_0(V_{01} + V_{02}) = \nu R(T_1 + T_2)$$
$$p(V_1 + V_2) = 2\nu RT$$

испол. выр. (2) и (3)

$$p = p_0 \quad (4)$$

Учитывая что выражения 2 и 3 справедливы для любого мом. времени (4) также справедливого для любого т.е. процесс изобарный

из выражения (1):

$$T - T_1 = -(T - T_2) \Rightarrow \boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}} \quad (2)$$

IV

$$Q_1 = A_{12} + \Delta U_1 \qquad \Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$$
$$A_{12} = p(V_1 - V_{01}) = \nu R(T - T_1)$$
$$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$$

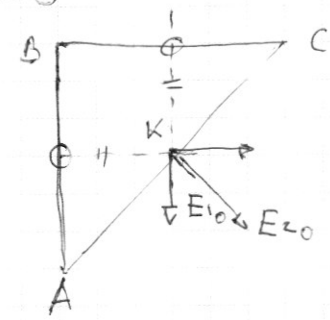
$Q_1 = 274,23$ Дж

Ответ: $\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{3}{4}$, $T = 385K$, $Q_1 = 274,23$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

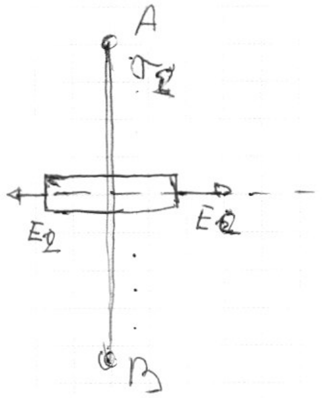
№3



(I) т.к. пластины бесконечные, а т. K находится в середине AC (в т. пересечения осей симметрии пластин), то вектор напряжённость (~~пр~~) создаваемая одной из пластин ~~всегда~~ всегда будет перпен-н ей

(II) т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то длины $AB = BC$, а расстояния до т. K одинаковые тогда и напряж-ти создаваемые в т.K одинаковые т. е.

$$\frac{E_{2o}}{E_{1_o}} = \sqrt{2} = 1,4$$



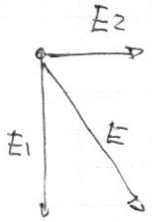
(III) Из сообр-ий симметрии во всех точках лежащих на перпендикуляре, прох-ем через AB (BC) напр-ть напр-на вдоль перпен-а (создаваемая данной плоск-ю)

Тогда по теор Гаусса

$$2E_2 \cdot S = \frac{\sigma_2 S}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}, \quad E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} \text{ аналогич.}$$

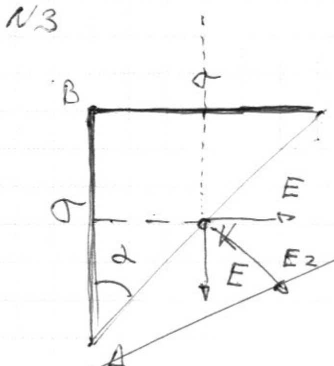
Тогда: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{1}{2\varepsilon_0}\sqrt{\sigma_2^2 + \sigma_1^2} = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$



Ответ: $\frac{E_{2o}}{E_{1o}} = \sqrt{2}$, $E = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



(I) Напряжённость однородного поля, создаваемого ~~бесконечной~~ плоскостью заряженной с поверхностной плотностью σ пластиной равна

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad (1)$$

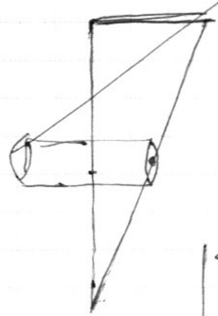
(II) т.к. $\alpha = \pi/4$, то $AB = BC$

тогда т. K лежит на пересечении осей симметрии пластин.

т.е. напряжённость, создаваемую прямоугольной пластиной, можно вычисл. по формуле (1)

Тогда: было — $E = E_1$, стало — $\sqrt{E^2+E^2} = \sqrt{2}E = E_2$

$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1{,}4$ — увеличится напр-ть в т. K

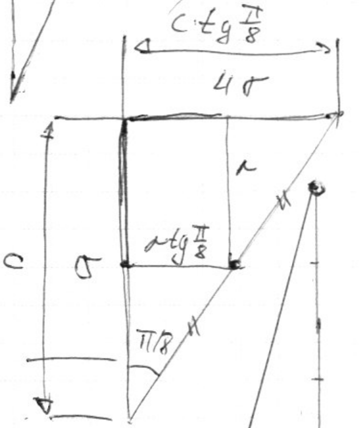


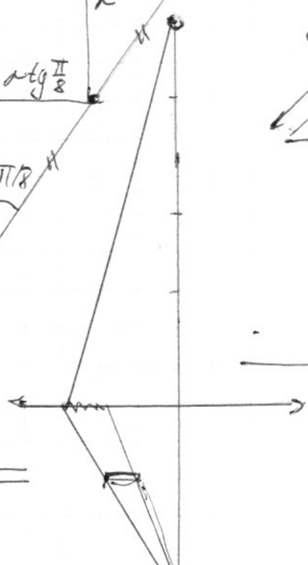
$\frac{3}{2}\nu R(T_{1н} - T_1) =$

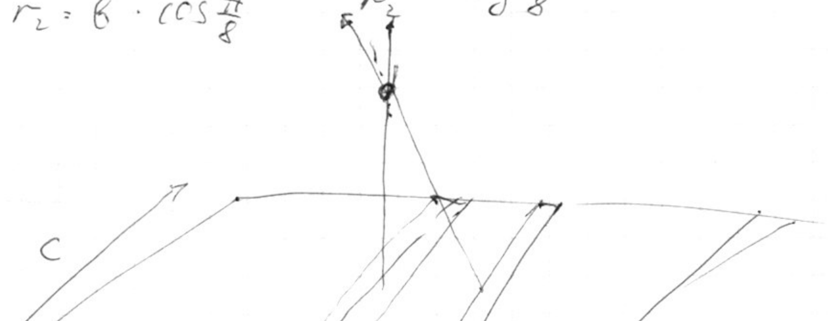
$r_1 = b \cdot \sin\frac{\pi}{8}$

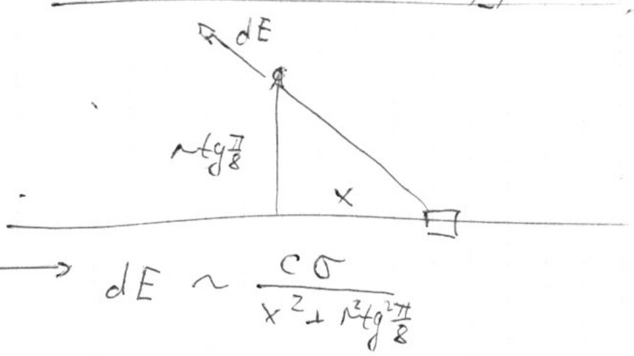
$r_2 = b \cdot \cos\frac{\pi}{8}$

$\frac{r_1}{r_2} = tg\frac{\pi}{8}$







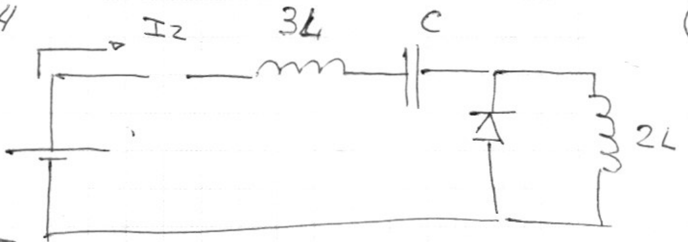


$dE \sim \frac{c\sigma}{x^2 + r^2 tg^2\frac{\pi}{8}}$

$\frac{\sqrt{3LC} + \sqrt{5LC}}{\sqrt{15L^2C^2}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



I) $I_2 \geq 0$ – диод закрыт

1) $5LI_2' + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

$5L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

1) $\ddot{q} + \frac{1}{5LC}(q - \mathcal{E}C) = 0 \quad (\dot{q} \geq 0)$

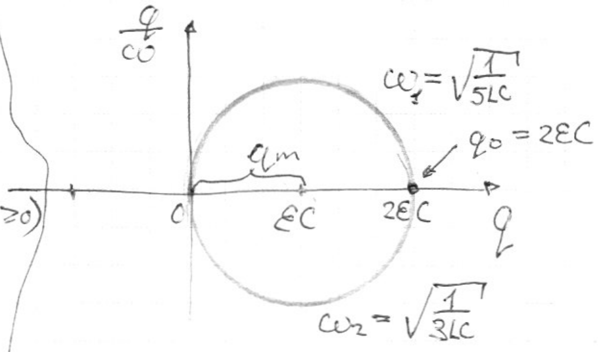
II) $I_2 < 0$ – диод открыт катушка L_1 закорочена

2) $3LI_2' + \frac{q - q_0}{C} = -\mathcal{E}$

2) $\ddot{q} + \frac{1}{3LC}(q + \mathcal{E}C - q_0) = 0 \quad (\dot{q} < 0)$

(q_0 – заряд скопившийся на конденсаторе пока диод был закрыт, изначально $\dot{q}$ будет ≥ 0)

III) Построим фазовый портрет



$T = t_1 + t_2 = \frac{\pi}{\omega_1} + \frac{\pi}{\omega_2} = \pi\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1\omega_2}\right) = \pi\,\frac{\sqrt{\frac{1}{5LC}} + \sqrt{\frac{1}{3LC}}}{\sqrt{\frac{1}{15L^2C^2}}} = \pi(\sqrt{3} + \sqrt{5})\sqrt{LC}$

IV) ~~I_{01}~~ через катушку L_1 ток течёт, когда диод открыт. ~~Из фазового портрета~~

~~$\frac{I_{01}}{\omega}$~~ = Тогда $I_{01} = q_m \cdot \omega_1$

$I_{01} = \mathcal{E}C \cdot \sqrt{\frac{1}{5LC}}$

$I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

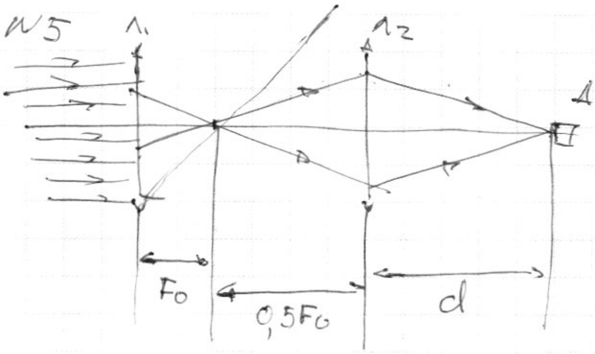
V) когда диод ~~закрыт~~ открыт максимальный ток через катушку L_2

$q_m \omega_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$. Когда диод закрыт максимальный ток через катушку L_2 – $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

т.к. $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} > \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$, то $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

Ответ: $T = \pi(\sqrt{3} + \sqrt{5})\sqrt{LC}$, $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$, $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

№5

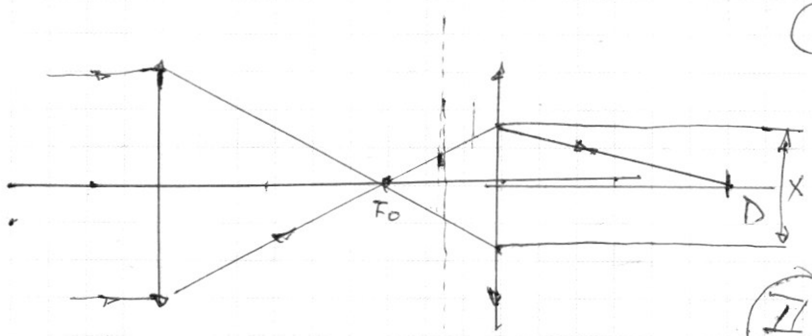


I) т.к. лучи фокус-ся в фотодет., то

$$\frac{1}{1{,}5F_0 - F_0} + \frac{1}{d} = \frac{3}{F_0}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{3}{F_0} - \frac{2}{F_0}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \boxed{d = F_0}$$

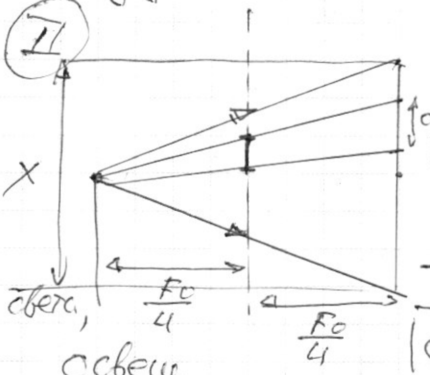


I) Лучи падающие на $Л_2$ образуют конус. Когда мишень полностью будет дв-ся в этом конусе ток будет постоянной.

Из подобия

$$\frac{x}{D} = \frac{F_0/2}{F_0} \Rightarrow x = \frac{D}{2}$$

II)



Пусть l - длина мишени тогда по подобию

$$\frac{a}{l} = \frac{F_0/2}{F_0/4}$$

$$\boxed{a = 2l}$$

III) т.к. Ток пропорционален мощности падающего света, то $I \sim S$, S - площадь освещ. части $Л_2$

Тогда

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{x^2}{x^2 - a^2} \Rightarrow x^2 - a^2 = \frac{8}{9}x^2$$

$$a^2 = \frac{1}{9}x^2 \Rightarrow a = \frac{x}{3} \Rightarrow l = \frac{x}{6}$$

IV) Время τ_0 - момент времени, когда мишень полностью оказалась в конусе, т.е.

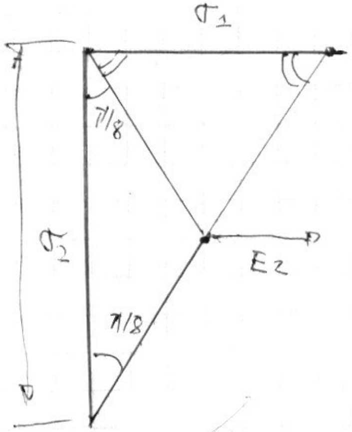
$$v\tau_0 = l \Rightarrow v = \frac{x}{6\tau_0} = \frac{D}{12\tau_0}$$

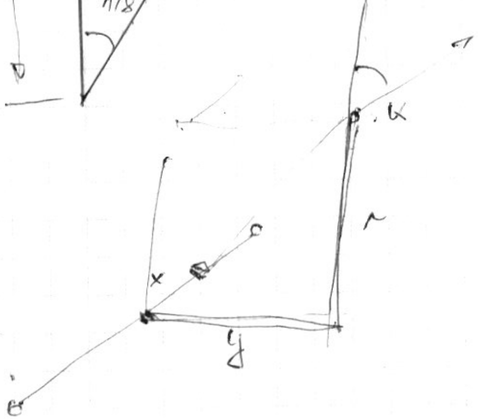
Из подобия:

$$\frac{v(t_1 - \tau_0)}{x} = \frac{F_0/4}{F_0/2} \Rightarrow v(t_1 - \tau_0) = \frac{x}{2}$$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{D}{4v} = 4\tau_0$$

Ответ: $d = F_0$, $v = \frac{D}{12\tau_0}$, $t_1 = 4\tau_0$.

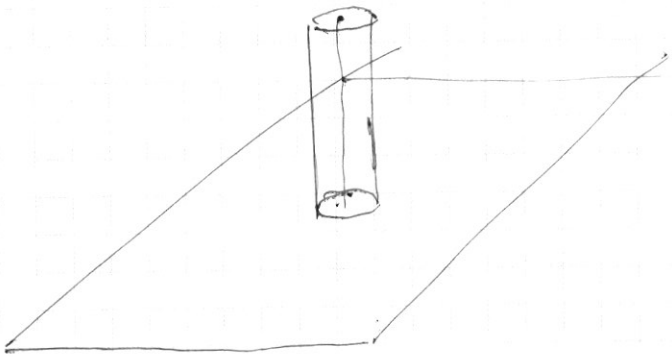


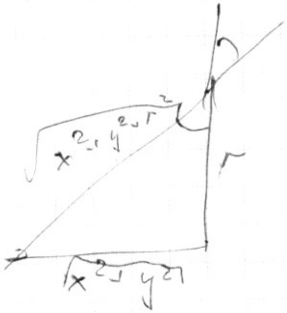


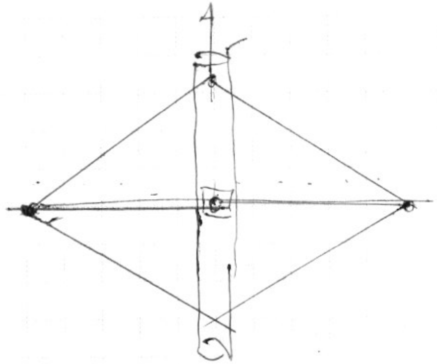
$$\frac{k\sigma\,dx\,dy}{x^2+y^2+r^2}\cdot\frac{r}{\sqrt{x^2+y^2+r^2}}$$

$$dE=\frac{k\sigma\,dx\,dy\cdot r}{(x^2+y^2+r^2)^{3/2}}$$

$$E=2\int_0^{\infty}\int_{-c/2}^{c/2}\frac{k\sigma r\,dx\,dy}{(x^2+y^2+r^2)^{3/2}}$$

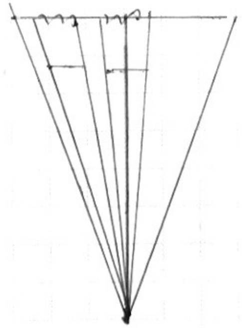


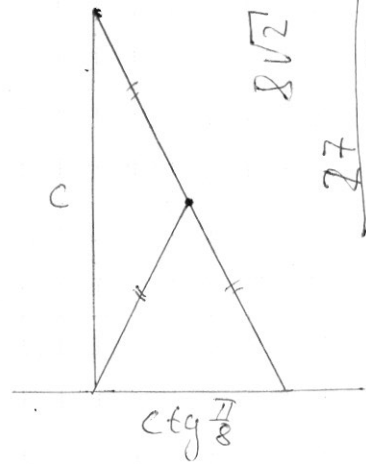




$2,7 \times 2,7$
189
54

1,4
4
5,6





$8\sqrt{2}-2\sqrt{5}$

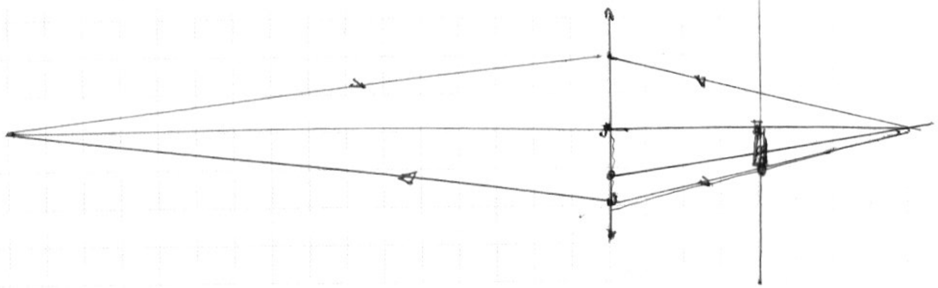
$$\frac{27}{4\sqrt{2}+\sqrt{5}}$$

$16\cdot 2-5$

$P_{об}$

$\frac{D}{370}$

$\frac{1}{2}\Big|\frac{1}{4}$



☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

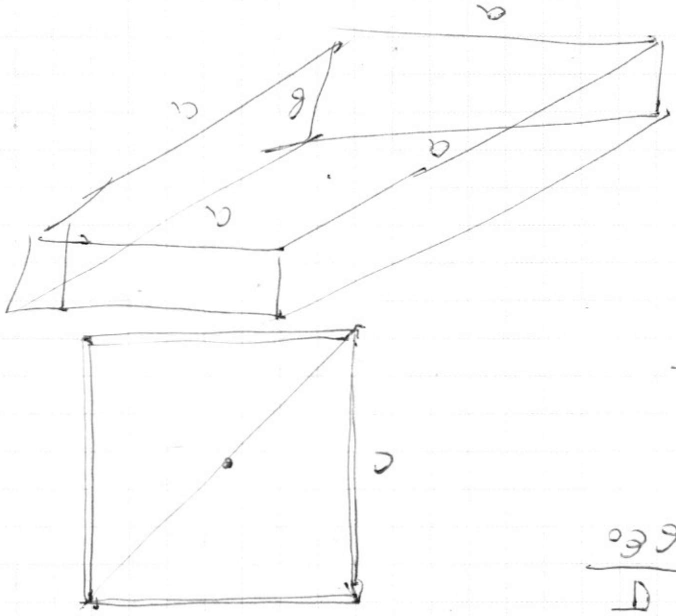
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{q}{\varepsilon_0} = 4ab + 2\cancel{k}a^2$$

$$y = ka^2$$

$$x = kab$$

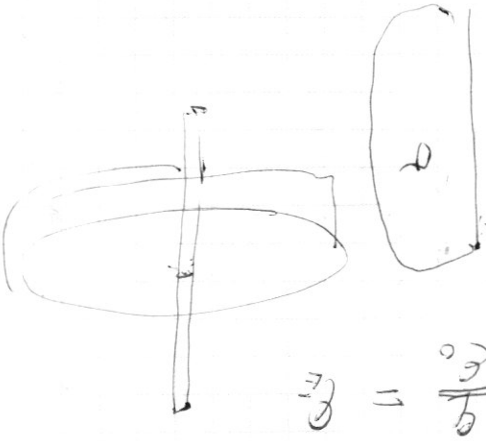
$$\frac{q}{\varepsilon_0} = 4x + 2y$$

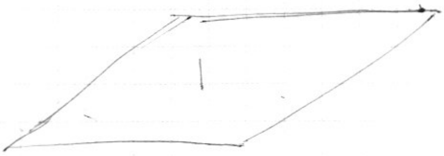
$$\frac{q}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{6\varepsilon_0}$$

$$E_n \cdot S\sigma = \Phi \cdot \sigma = F_n$$

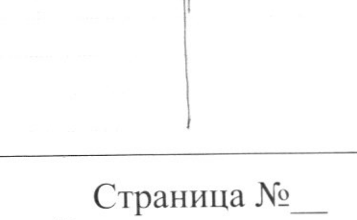
$$F_n = \frac{q\sigma}{6\varepsilon_0}$$





$$\frac{q}{6\varepsilon_0} = \Phi_E$$

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



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$T - T_1 = T_2 - T$

$\frac{5 \cdot 6 \cdot 8{,}31 \cdot 55}{2 \cdot 25}$

$\times 8{,}31$
33
2493
2493
$274{,}23$

$\frac{5 \cdot 6^3 \cdot 55}{2 \cdot 25}$

$v_1 \cos\alpha = 4\ \frac{м}{с}$

$\int N dt = m(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta)$

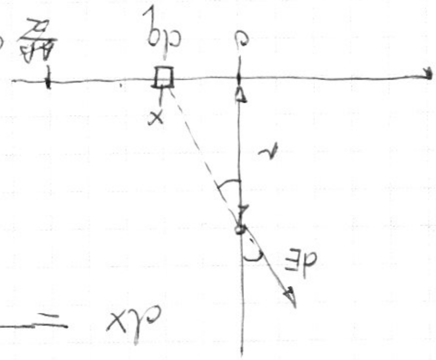
$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + Q$

$v_1 \cos\alpha = 2\sqrt{5}$ $\quad 2 < \sqrt{5} < 3$

$v_2 \cos\beta = 8\sqrt{2}$

$dE = \frac{k\, dq}{r^2+x^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2+x^2}}$

$dq = \sigma\, dx \cdot \ell \cdot d\varphi$

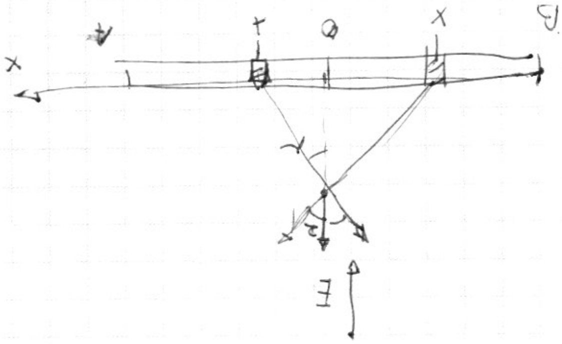


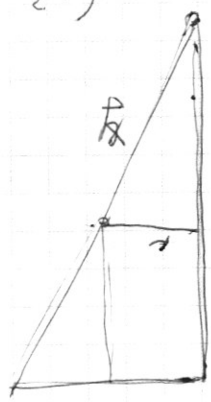
$(r^2+x^2)^{3/2} = z$

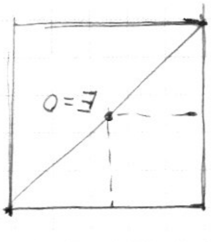
$\frac{dz}{dx} = \frac{3}{2}\sqrt{r^2+x^2} \cdot 2x$

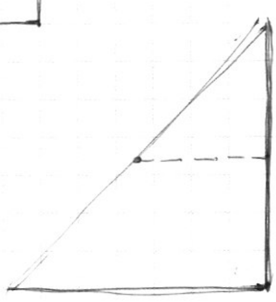
$dE = \frac{k\,\sigma_2\,\sigma\,dx}{r^2+x^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2+x^2}}$

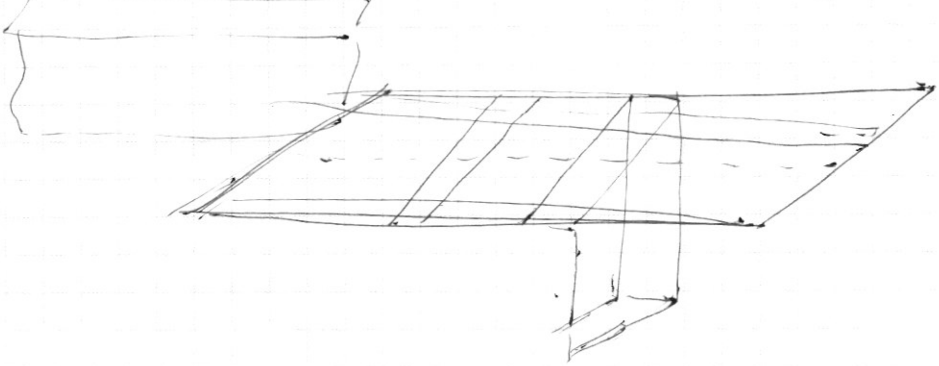
$E_{AB} = 2\sigma_2 k \sigma r \int_{\frac{AB}{2}}^{0} \frac{dx}{(r^2+x^2)^{3/2}}$











☑ 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

$v_1 + u$ $v_2 - u$

$v_2 - u + v_1 + u$

t_1

$p_0 V_{01} = \nu R T_1$

$p_0 V_{02} = \nu R T_2$

$2V = V_{01} + V_{02}$

$2pV$

$pV = \nu R T$

$pV = \nu R T$

$Q_1 = A_1 + \Delta U$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

$A_1 =$

$\frac{3}{2}\nu R(T$

$\delta A_1 = p(x) \cdot S dx$

$\delta A_1 = -\delta A_2$

$p_1(V_{01} + xS) = \nu R \cancel{(T_1(t) + dT_1)}$ $T_1(x)$

$p_2(V_{02} - xS) = \nu R \cancel{(T_2(x) - dT_2)}$ $T_2(x)$

$p_3(V_{01} + V_{02}) = \nu R(T_1 + T_2)$

$p_1(V_{01} + xS) = \nu R T_{1x}$

$p(V_{02} - xS) = \nu R T_{2x}$

$\delta A = \frac{\nu R T_{1x} \cdot S dx}{V_{01} + xS}$

$\nu C = (5 + \cdot 9) \mp d$

$\frac{m v_1^2}{2} + \int N \cdot u \cdot dt = \frac{m v_2^2}{2} + Q$

$\int N \cdot dt$

m

$m(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta)$

$\frac{12}{3}$

$144 - 36 = 108$

54

$\frac{54}{8\sqrt{2} + 2\sqrt{5}}$

$770 : 2 = 385$

$440 - 385 = 55$

$\vec{v}_2 - \vec{u}$ $\vec{v}_2 + \vec{u}$ $\vec{v}_2 - \vec{u}$ $\vec{v}_1 - \vec{u}$ $\vec{u}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)