Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

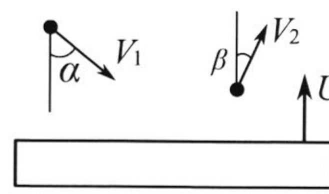
Класс 11

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

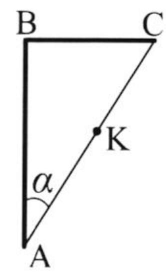
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 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?

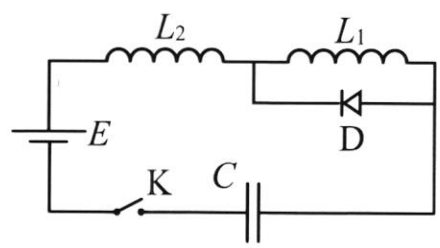
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

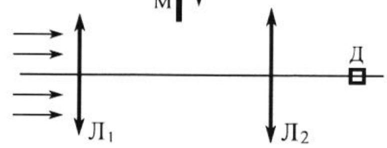


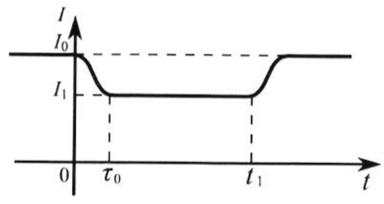
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$v_1 = 12$ м/с;

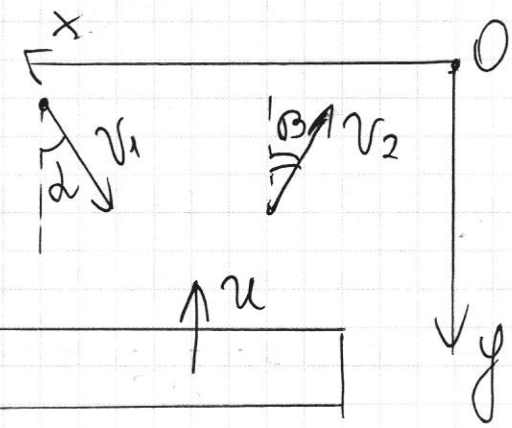
~~v_2~~ $\sin\alpha = \frac{1}{2}$;

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

1) $V_2 = ?$

2) $u = ?$

1)



1) т.к мы не учитываем трение о доску, то

$$v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \cdot \sin\alpha = v_2 \cdot \sin\beta$$

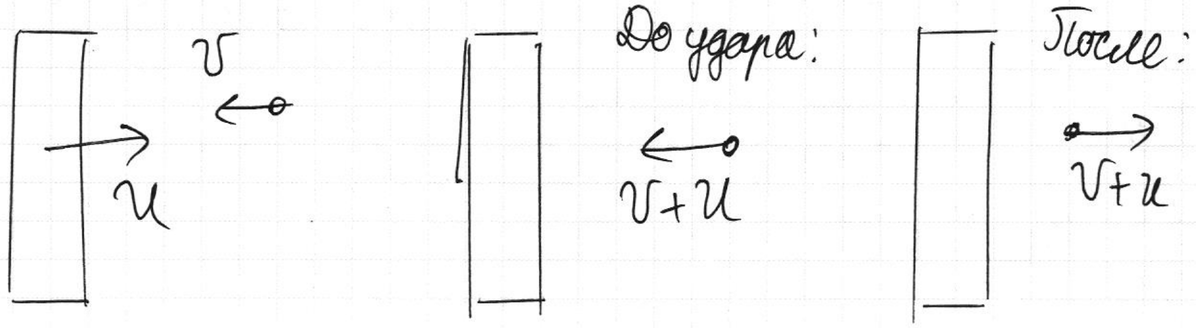
$$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{3}{2} = 18 \text{ м/с}$$

2) $v_{1y} = v_1 \cdot \cos\alpha$; $|v_{2y}| = v_2 \cdot \cos\beta$

Рассмотрим такое соударение, как абсолютно упругое соударение (рассмотрим только ось OY, т.к $v_x = const$)

СО – ЛСО: СО – МАС ПЛ: СО – МАС ПЛ:

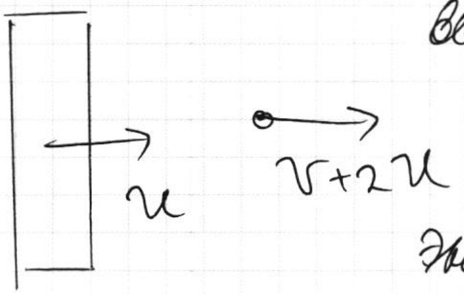
До удара: После:



☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1 (Нумеровать только чистовики)

СО - ЛСО: При абсолютно упругом ударе выполняется ЗСЭ.



При неупругом - ЗСЭ не выполняется, т.к. часть энергии уходит например на нагрев тел.

$\Rightarrow$ Для абсолютно упругого удара назовём скорость плиты $u_{кр}$, тогда в нашем случае $u > u_{кр}$ - для компенсирования утраченной энергии.

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

$\Rightarrow \cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$v_1\cos\alpha \downarrow$ $\qquad$ $\uparrow v_2\cdot\cos\beta$

$\qquad\qquad\qquad\qquad \parallel$

$\qquad\qquad\qquad v_1\cos\alpha + 2u_{кр}$ $\qquad$ $\sin\alpha = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$v_1\cos\alpha + 2u_{кр} = \frac{3}{2}v_1\cos\beta$$

$$u_{кр} = \frac{v_1\left(\frac{3}{2}\cos\beta - \cos\alpha\right)}{2} = \frac{v_1}{2}\left(\frac{\cancel{3}}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{2}\sqrt{2}}{\cancel{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) =$$

$$= \frac{v_1(2\sqrt{2}-\sqrt{3})}{4} \Rightarrow u > \frac{v_1(2\sqrt{2}-\sqrt{3})}{4}$$

$$u > 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})\ м/с$$

Ответ: 1) $v_2 = v_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18$ м/с; 2) $u > 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})$ м/с

№2.

Дано:		
H_2; N_2; $\nu = \frac{6}{7}$ моль;	$R = 8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$;	1) $\frac{V_1}{V_2} = ?$
$T_1 = 350K$;	$C_V = \frac{5}{2}R$	2) $T_3 = ?$
$T_2 = 550K$;		3) $Q_{21} = ?$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

ν, T_1	ν, T_2
V_1	V_2
H_2	N_2

$p_1 = p_2$

$pV = \nu RT$ - ур-ие Менделеева - Клапейрона.

$$\frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$

2) $Q = \Delta U + A$ - I начало терм-ки

$Q_{сист} = 0$; $A_{сист} = 0$ СИСТ-АЗОТ+ВОД

$\Rightarrow \Delta U_{сист} = 0 \Rightarrow U = const.$

$$\cancel{C_V} \cdot \cancel{\nu} \cdot T_1 + \cancel{C_V} \cdot \cancel{\nu} T_2 = \cancel{C_V} \cdot \cancel{\nu} \cdot T_3 + \cancel{C_V} \cdot \cancel{\nu} \cdot T_3$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{350+550}{2} = 450\,K$$

3) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{11}$ $V_1 = \frac{7}{11} V_2 \rightarrow \frac{18}{11} V_2 = V_0.$

$p_1 = \frac{\nu RT_2}{\frac{11}{18} V_0}$; $V_1' = V_2'$ - т.к $T_1' = T_2' = T_3$ и $p_1' = p_2'$

$\Rightarrow V_1' = \frac{V_0}{2}$

$p_1 = 900 \nu R 1K$; $p_1' = 900 \nu R \cdot 1K$

$\Rightarrow$ т.к процесс медленный, то можно сделать вывод о том, что $p = const = p_1$ – в любой момент времени (т.к $\nu_{сист} = const$ – в любой момент):

Докажем это, рассмотрев произвольный момент:

$T_1 + T_2 = T_1' + T_2'$ – I начало.

$\Rightarrow T_2' = T_1 + T_2 - T_1'$

$p_2' = \frac{\nu R T_2'}{V_2'}$; $\frac{V_2'}{V_1'} = \frac{T_2'}{T_1'} \Rightarrow V_2' = \frac{T_2'}{T_1'} \cdot V_1'$

$V_2' \left(1 + \frac{T_1'}{T_2'} \right) = V_0$ или $V_1' = \frac{T_1'}{T_2'} \cdot V_2'$

$\Rightarrow V_2' = \frac{V_0}{1 + \frac{T_1'}{T_2'}} = \frac{T_2' V_0}{T_1' + T_2'}$ доказано, что $\Rightarrow$ процесс изобарный.

$p_2' = \frac{\nu R T_2'}{T_2' V_0} (T_1' + T_2') = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{V_0} = p_{2\,нач}$

$C_p = C_V + R$ – ~~уравнение~~ формула Майера.

$C_p = \frac{7}{2} R$

$-Q = C_p \cdot \nu \cdot \Delta T$

$-Q = \frac{7}{2} \nu R (T_3 - T_2)$ $\Rightarrow$ $Q = \frac{7}{2} \nu R \left(T_2 - \frac{T_1 + T_2}{2} \right) = \frac{7}{2} \nu R \left(\frac{T_2 - T_1}{2} \right) = \frac{7}{4} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{\cancel{7}}{\cancel{4}} \cdot \frac{\cancel{8}^{3}}{\cancel{7}} \cdot \frac{8{,}31 \cdot \cancel{200}^{\cancel{50}\,1}}{\cancel{100}} = 2493$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{11}$; 2) $T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450$ K;

3) $Q = \frac{7}{4} \nu R (T_2 - T_1) = 2493$ Дж.

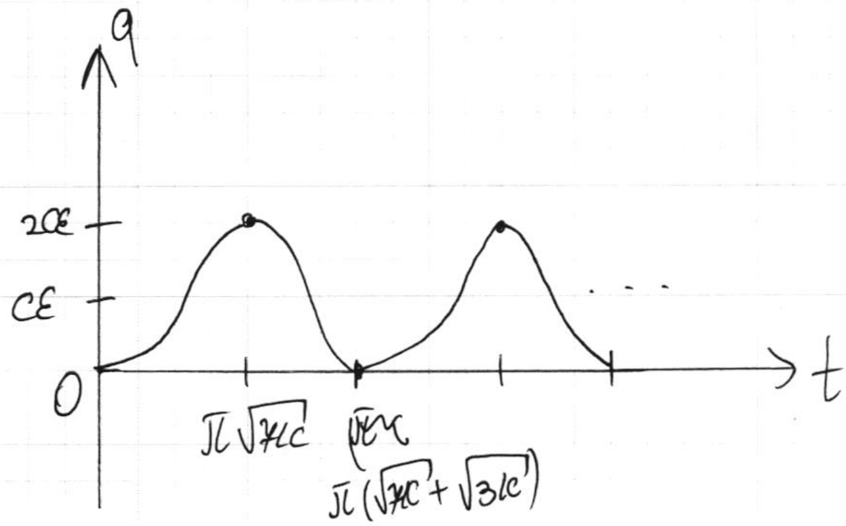
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

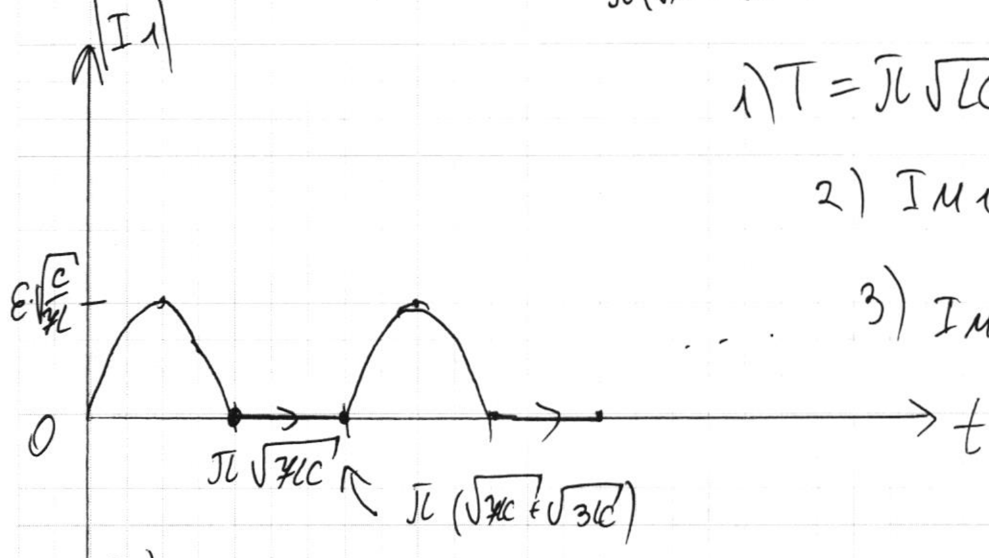
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.

Дано:
$L_1 = 4L$;
$L_2 = 3L$;
C; $\mathcal{E}$

1) $T = ?$
2) $I_{M1} = ?$
3) $I_{M2} = ?$

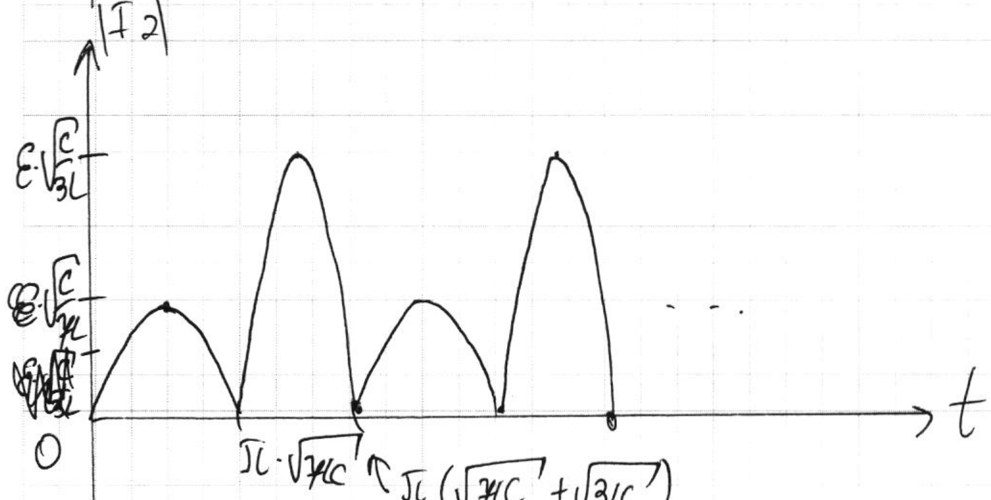


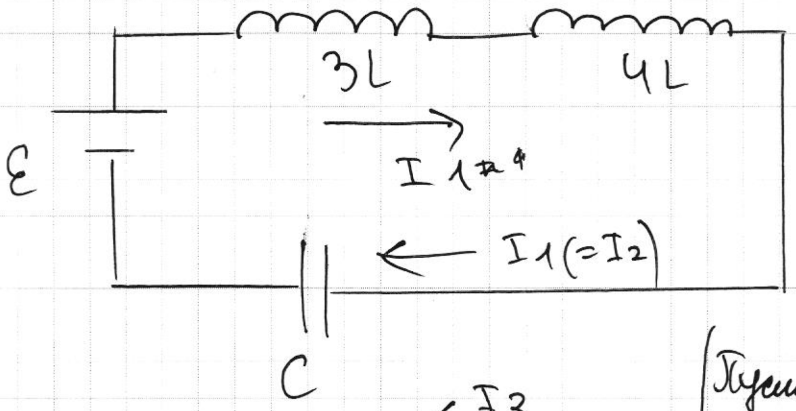


1) $T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{7} + \sqrt{3}\right)$

2) $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3) $I_{M2} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$





$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} = 7L \cdot \ddot{q}$$

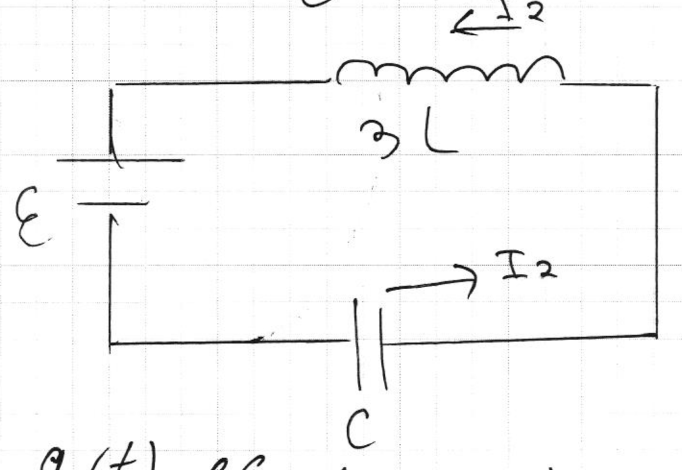
$$\Downarrow$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{7CL}(q - C\mathcal{E}) = 0$$

Пусть $q - C\mathcal{E} = y \Rightarrow \ddot{q} = \ddot{y}$

$$\ddot{y} + \frac{1}{7CL}y = 0$$

$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{7CL}}$ $\quad T_1 = 2\pi\sqrt{7CL}$



$$\frac{q}{C} - \mathcal{E} = -3L\ddot{q}$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{3LC}(q - C\mathcal{E}) = 0$$

$$\ddot{y} + \frac{1}{3CL}y = 0$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{3CL}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{3CL}}$$

$$q(t) = C\mathcal{E} + A\cdot\cos(\omega t)$$

$$|I(t)| = A\cdot\omega\cdot\sin(\omega t)$$

$$A = C\mathcal{E}$$

$\Rightarrow$ проанализировав график на предыдущей странице приходим к ответу

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$; 2) $I_{M1} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{7L}}$;

3) $I_{M2} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

№5.

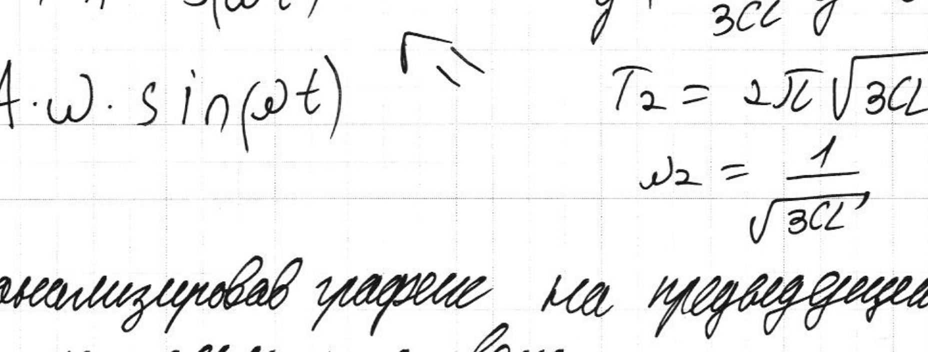
Дано:

F_0; D;

φ_0

---

1) $y = ?$
2) $v = ?$
3) $t_1 = ?$



☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

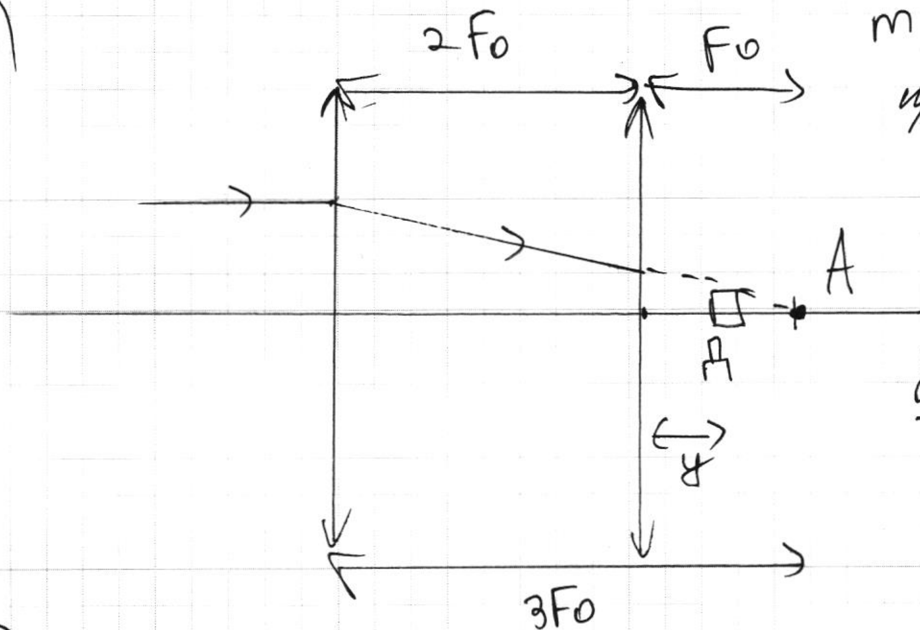
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№6

1)



т. A - мнимый предмет для $Л_2$:

ФТЛ: мнимый предмет

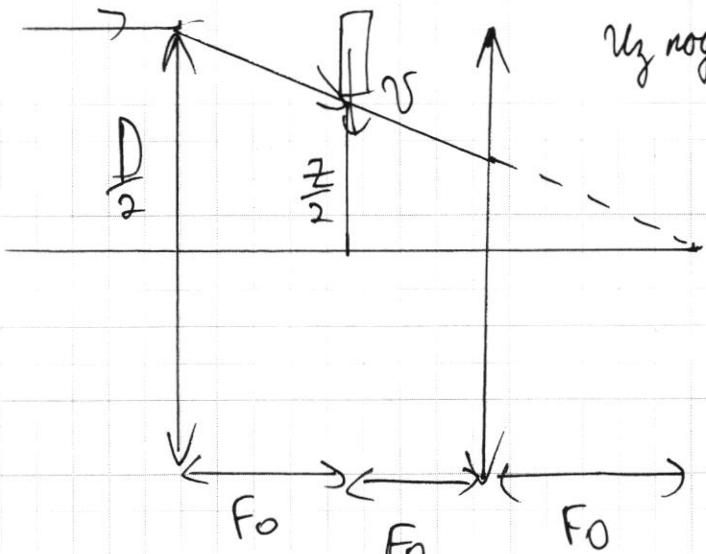
$$-\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0}$$

$$\Downarrow$$

$$-\frac{1}{F_0}+\frac{1}{y}=\frac{1}{F_0}$$

$$y=\frac{F_0}{2}$$

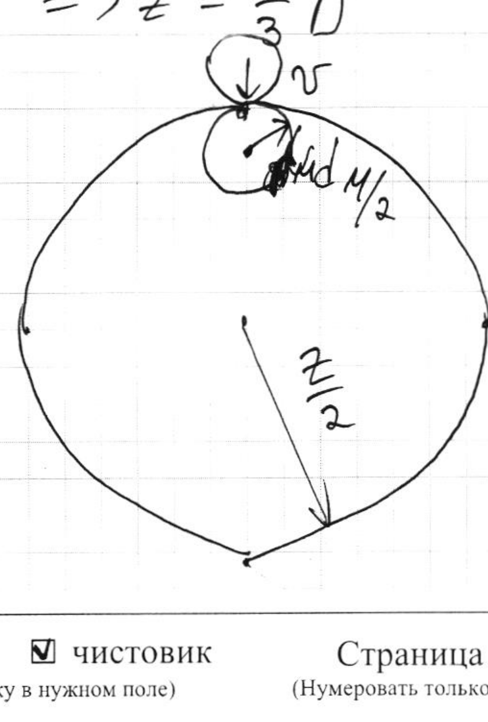
2)



Из подобия:

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

$$\Rightarrow Z=\frac{2}{3}D$$



dм - диаметр мишени

Очевидно, что $d_M = v \cdot \tau_0$

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_Z - S_M}{S_Z} \Rightarrow \frac{5}{9} = \frac{\frac{\cancel{\pi}}{\cancel{4}} Z^2 - \frac{\cancel{\pi} d_M^2}{\cancel{4}}}{\frac{\cancel{\pi} Z^2}{\cancel{4}}}$$

$$\Rightarrow 5Z^2 = 9Z^2 - 9d_M^2$$

$$d_M^2 = \frac{4}{9} Z^2 \Rightarrow d_M = \frac{2}{3} Z = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} D = \frac{4}{9} D.$$

$$\frac{4}{9} D = v \cdot \tau_0 \Rightarrow v = \frac{4D}{9\tau_0}.$$

3) ~~txx~~ $v \cdot t_1 = Z$ $\quad \frac{4D}{9\tau_0} \cdot t_1 = \frac{2D}{3}$

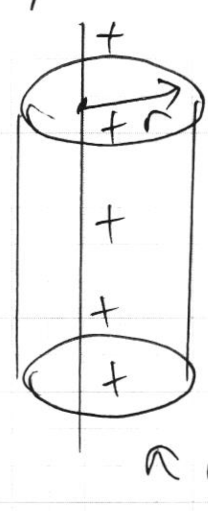
Ответ: 1) $y = \frac{F_0}{2}$; 2) $v = \frac{4D}{9\tau_0}$; $\Rightarrow t_1 = \frac{3}{2}\tau_0$.

3) $t_1 = \frac{3}{2} \tau_0$.

№3.

Дано:
90^0;
1) $\alpha = 45^0$. $\frac{E_2}{E_1} = ?$
2) 3σ; σ; $E_K = ?$

Рассмотрим бесконечную нить:



$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

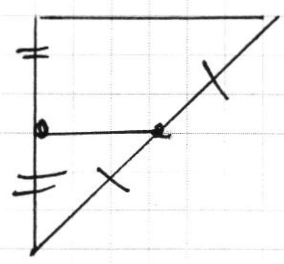
$$\rho = \frac{q}{l} = \frac{dq}{dl}$$

← цилиндр

Учитывая то, что К - сер-на:

$$E = \frac{\rho}{4\pi\varepsilon_0 d}\cdot\left(\cos(180-\alpha_0) - \cos(\alpha_0)\right)\cdot(-1) =$$

$$= \frac{\rho}{2\pi\varepsilon_0 d}\cdot\cos(\alpha_0)$$

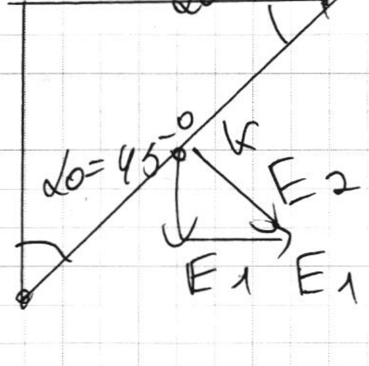


$\frac{E_{\text{конеч.линии}}}{E_{\text{беск}}}$ - для сер-ны $= \cos(\alpha_0)$

Очевидно, что т.к пластинка это беск-ое кол-во нитей (конечные), то $\frac{E_{\text{беск зар пл}}}{E_{\text{полубеск пл}}} = \frac{1}{\cos(\alpha_0)}$

$E_{\text{беск}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow E_{\text{полубеск}} = \cos(\alpha_0)\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

1)

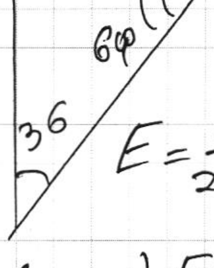


$E_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

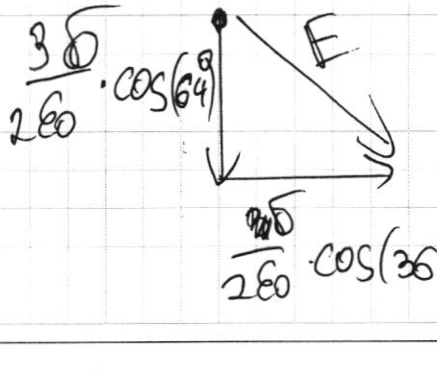
$E_2 = \sqrt{2}\,E_1$ (т.к $\alpha_0 = 45^0$ для обоих пластин)

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

2)



$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\cancel{9}\cdot\cos^2\left(\frac{\pi}{5}\right) + 9\cdot\cos^2\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{5}\right)}$$



$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\cancel{9}\cos^2\left(\frac{\pi}{5}\right) + 9\cdot\cos^2\left(\frac{3\pi}{10}\right)}$$

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$;

2) $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\sqrt{\cancel{9}\cdot\cos^2\left(\frac{\pi}{5}\right) + 9\cdot\cos^2\left(\frac{3\pi}{10}\right)}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

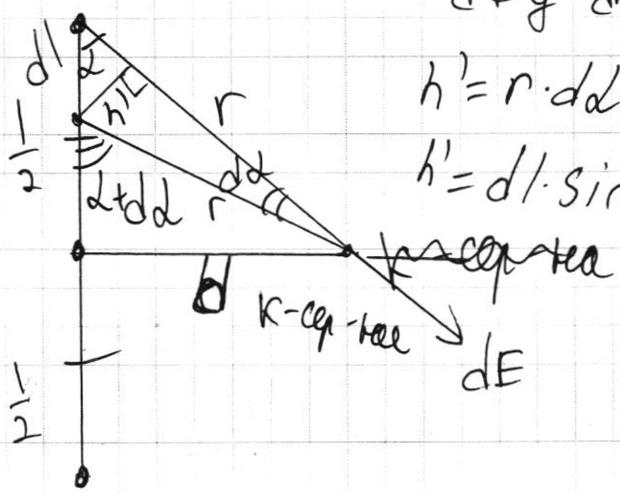
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E(r)\cdot 2\pi r\cdot 1=\frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(r)=\frac{\rho}{2\pi r\varepsilon_0}.$$

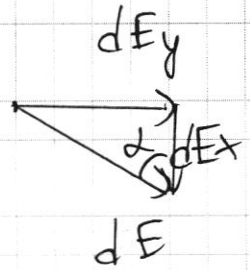
Рассмотрим нить конечной длины:

$$dE_y = dE\cdot\sin\alpha \qquad \rho=\frac{dq}{dl}=\frac{q}{l}$$



$h'=r\cdot d\alpha$

$h'=dl\cdot\sin\alpha$



$\Sigma\, dE_x=0$

$\Rightarrow \Sigma\, dE=\Sigma\, dE_y.$

$$dE_y=\frac{k\cdot dq}{r^2}\cdot\sin\alpha$$

$$r\,d\alpha=dl\cdot\sin\alpha \Rightarrow r=\frac{dl\sin\alpha}{d\alpha}$$

$$dE_y=\frac{k\rho\,\cancel{dl\cdot\sin\alpha}}{\cancel{dl\cdot\sin\alpha}\cdot r}\cdot d\alpha$$

$$d=r\cdot\sin\alpha \Rightarrow r=\frac{d}{\sin\alpha}$$

$$\int_0^E dE_y=\frac{\rho}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\alpha_0}^{\alpha_k}\frac{\sin\alpha\,d\alpha}{d}$$

$$E=\frac{\rho}{4\pi\varepsilon_0 d}\cdot(-1)\cdot(\cos\alpha_k-\cos\alpha_0)$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

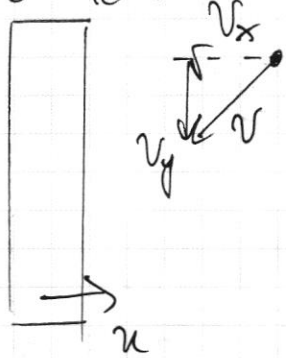
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

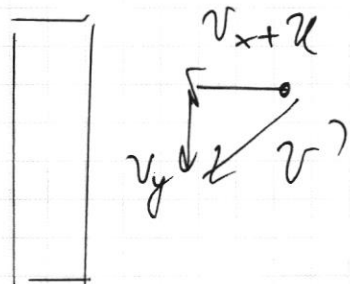
№ 1.

Проанализируем отдельно конструкцию:

1) СО – ЛСО:



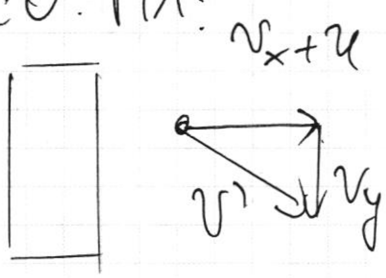
СО – ПЛ:



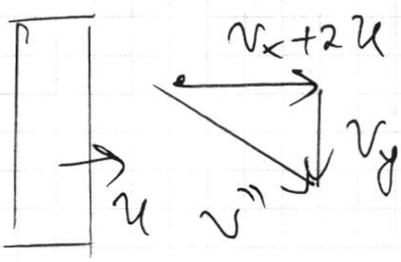
1) $v_2 = ?$

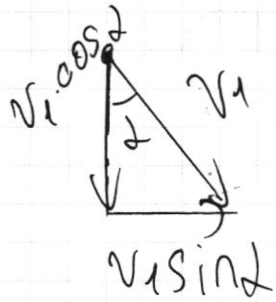
2) $u = ?$

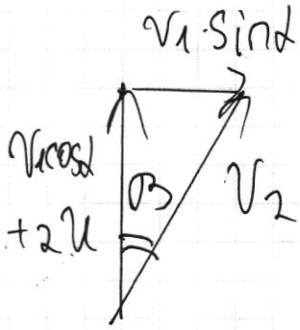
СО – ПЛ:



СО – ЛСО:







$$v_2 = \frac{v_1\cdot\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1\cdot\frac{3}{2}$$

$$= \frac{3}{2}v_1 = 13 м/с$$

2) $\dfrac{v_2}{\cos\beta} = \dfrac{v_1\cos\alpha + 2u}{\cos\beta}$ $\qquad \cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$$\frac{2\sqrt{2}}{3}\cdot\frac{3}{2}v_1 = v_1\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + 2u \Rightarrow u = v_1\left(\sqrt{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№2.

Дано:
$\nu = \frac{6}{7}$; T_1; T_2;
$c_V = \frac{5R}{2}$;

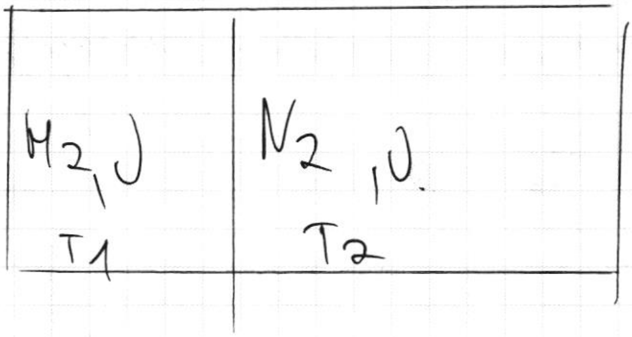
1) $\frac{V_1}{V_2} = ?$

2) $T_3 = ?$

3) $Q = ?$

1) $C_V = \frac{i}{2} R \Rightarrow i = 5$ - двухатомный газ.

$T_1' + T_2' = T_1 + T_2$.



$\cancel{450} \cdot \frac{6}{7}$

$p_1 = p_2$
$pV = \nu RT$ - ур-ие Менделеева-Клапейрона $\Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$

$\overset{100}{\cancel{450}} \cdot \frac{6}{\cancel{7}} \cdot \frac{\overset{3}{\cancel{7}}}{\underset{1}{\cancel{2}}} \cdot 8{,}31 = 300 \cdot 831$

2) I начало терм-ки:

$Q = \Delta U + A$

$Q_{сум} = 0$.
$A_{сум} = 0$.
$\Rightarrow U = const$.

$V_1 = V_2$.

$3 \cdot 831$

$\frac{5}{2} \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R T_2 = \frac{5}{2} \nu R T_3 + \frac{5}{2} \nu R T_3$

$\times \frac{831}{3}$
$\quad 2493$

$T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{900}{2} = 450 K$

3) I начало терм-ки для азота:

$-Q = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A$

~~В начале~~

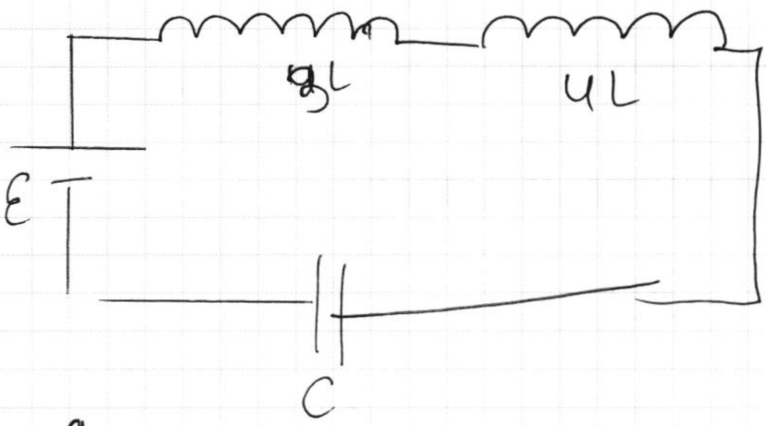
50
$\frac{\cancel{550} \cdot 18}{\cancel{11}}$

$p = \frac{\nu R T_3}{\frac{1}{2} V_0} = 450 \cdot 2$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

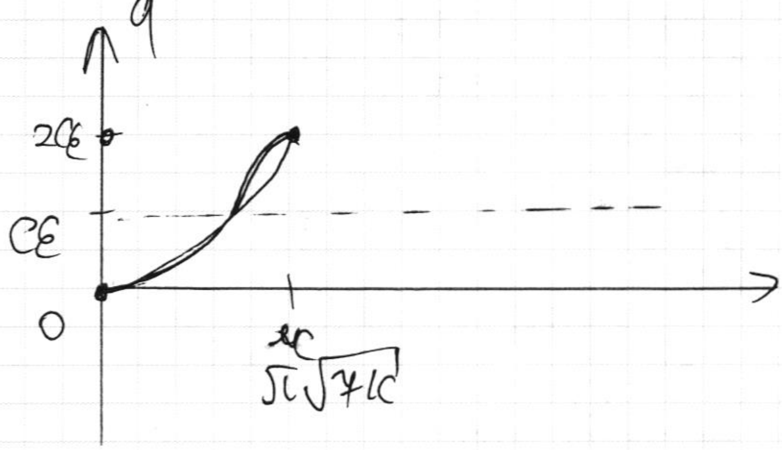
1)



$\mathcal{E} - \frac{q}{C} = 7L\cdot\ddot{q}$

$\ddot{q} + \frac{1}{7LC}(q - C\mathcal{E}) = 0$

$\ddot{y} + \frac{1}{7LC}y = 0$

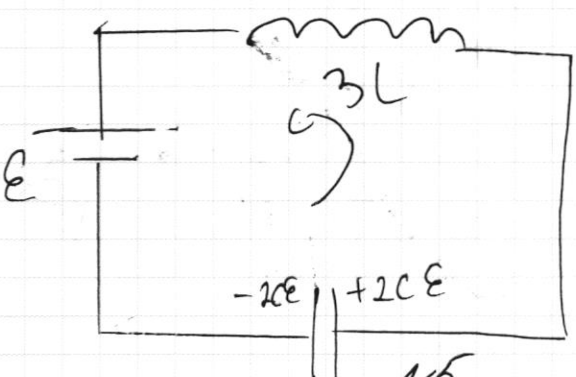


$q = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos(\omega t) =$

$= C\mathcal{E}(1 - \cos(\omega t))$

$I = -C\mathcal{E}\omega\sin(\omega t)$

$\tau = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{7LC}$



$\frac{q}{C} - \mathcal{E} = -3L\ddot{q}$

$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{3CL}(q - C\mathcal{E}) = 0$

$q = C\mathcal{E} + A\cdot\cos(\omega t)$

$\cancel{2C\mathcal{E}}$ $A = C\mathcal{E}$

$q = C\mathcal{E}(1 + \cos(\omega t))$

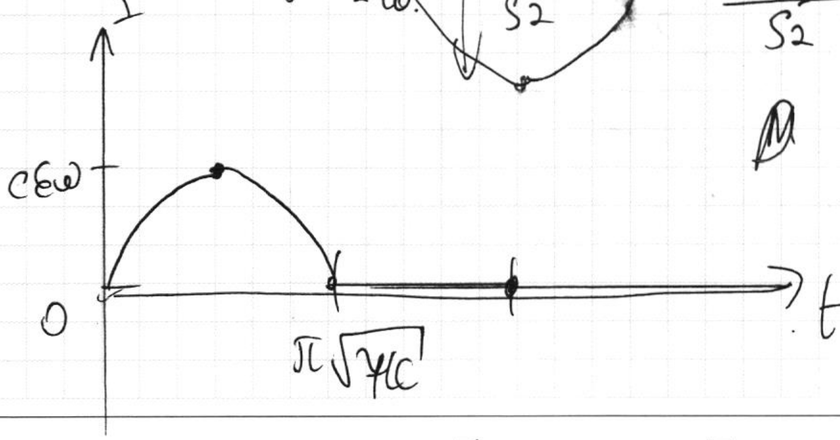
N5.

$d_м = v\cdot\cancel{\tau_0}$ $\quad v = \frac{2}{3}\frac{D}{\tau_0}$

$t_1 - \tau_0 = \frac{3}{2}\tau_0$

$\Rightarrow t_1 = \frac{5}{2}\tau_0$

$\frac{S_2 - S_1}{S_2} = \frac{5}{9}$ $\quad d_м = \frac{2}{3}D$



$\frac{D^2 - d_м^2}{D^2} = \frac{5}{9}$

$\Rightarrow 9D^2 - 9d_м^2 = 5D^2$

$4D^2 = 9d_м^2$

☑ 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

№3.

Дано:

дла

90^0, беск

1) $\alpha = 45^0$;

б; б;

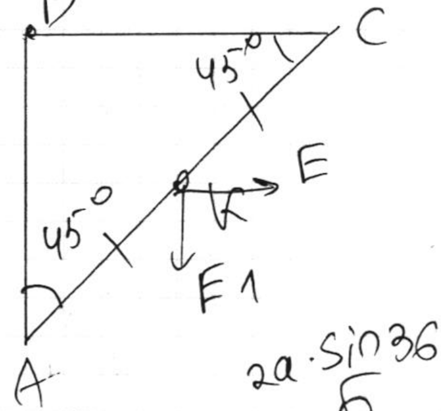
$\frac{E_2}{E_1} = ?$

2) 3б; б;

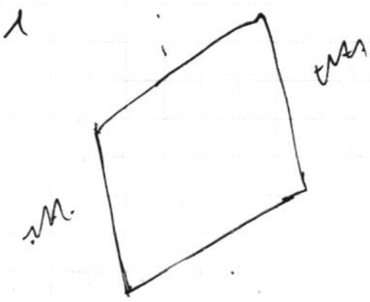
$\alpha = 36^0$.

$E_K = ?$

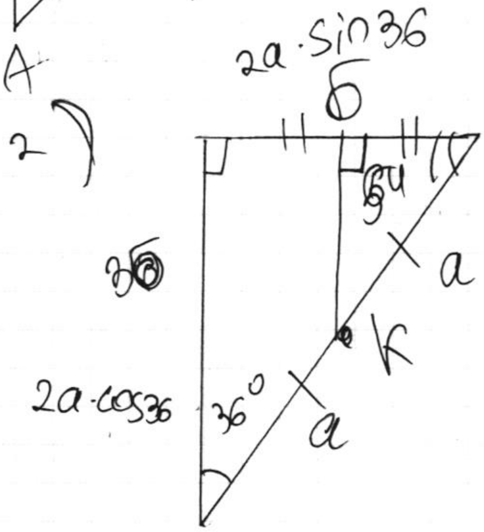
1)

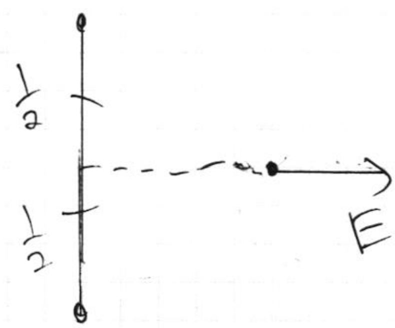


$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$.

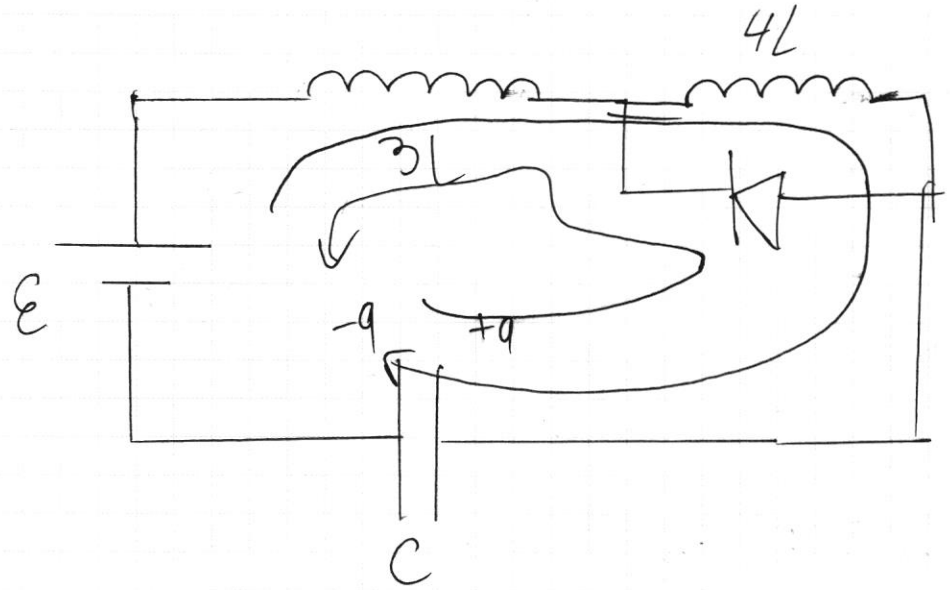


2)





№4.



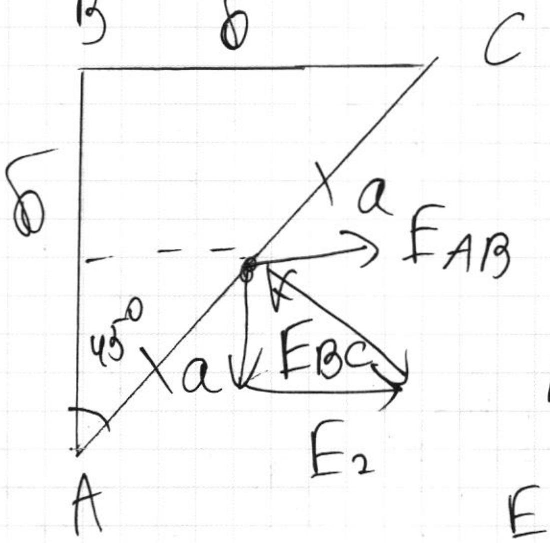
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1)



$$E_{BC} = \frac{б}{2\varepsilon_0}$$

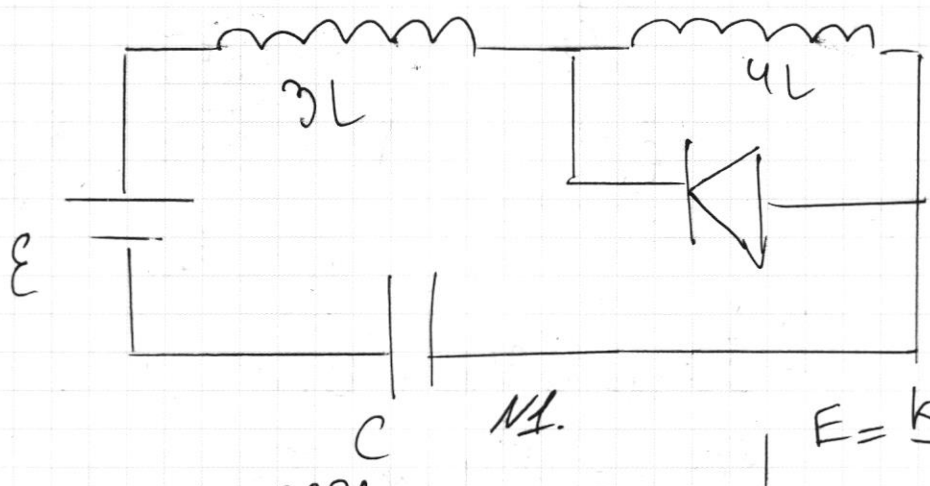
$$E_{AB} = \frac{б}{2\varepsilon_0}.$$

$$E_1 = \frac{б}{2\varepsilon_0} \qquad \frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$$

$$E_2 = \frac{б}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2}$$

2)

№4.



$$E_y = E \cdot \sin\alpha$$

$$dE_y = \frac{k\,dq}{r^2} \cdot \sin\alpha$$

$$dE_y = \frac{k \cdot \rho\, dl}{r^2} \cdot \sin\alpha$$

№1.

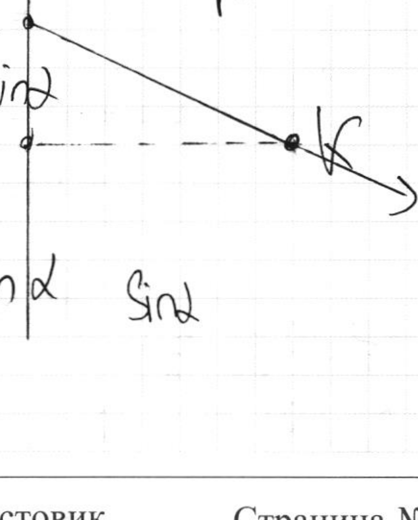
$$E = \frac{k \cdot dq}{r^2}$$

ЗСИ:

$$r \cdot d\alpha = \cancel{k}\, \cdot dl \cdot \sin\alpha$$

$$r \cdot d\alpha = dl \cdot \sin\alpha$$

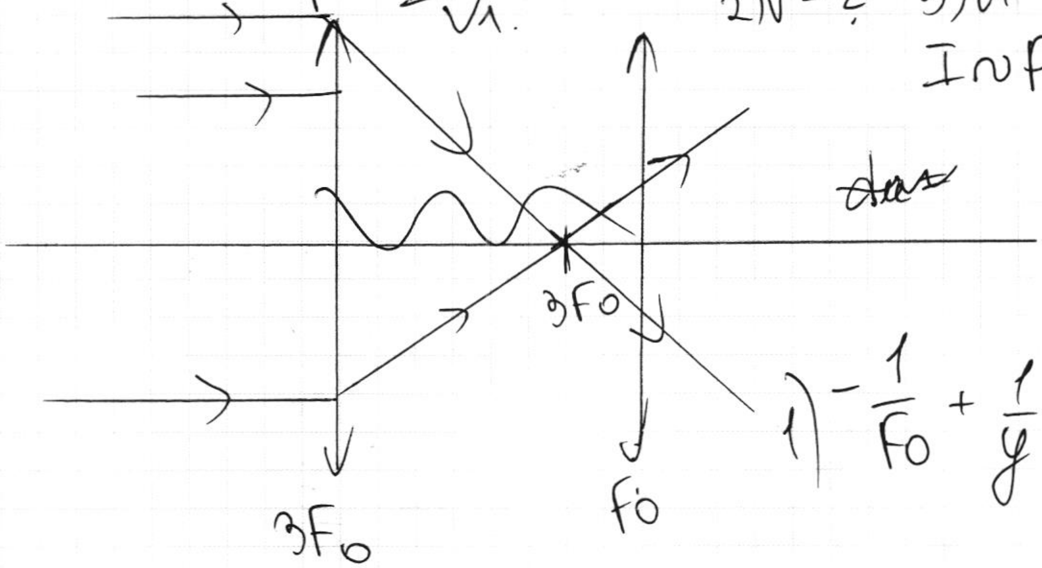
$\sin\alpha$



$P=\frac{\frac{3}{2}\nu RT_1}{V_1}$

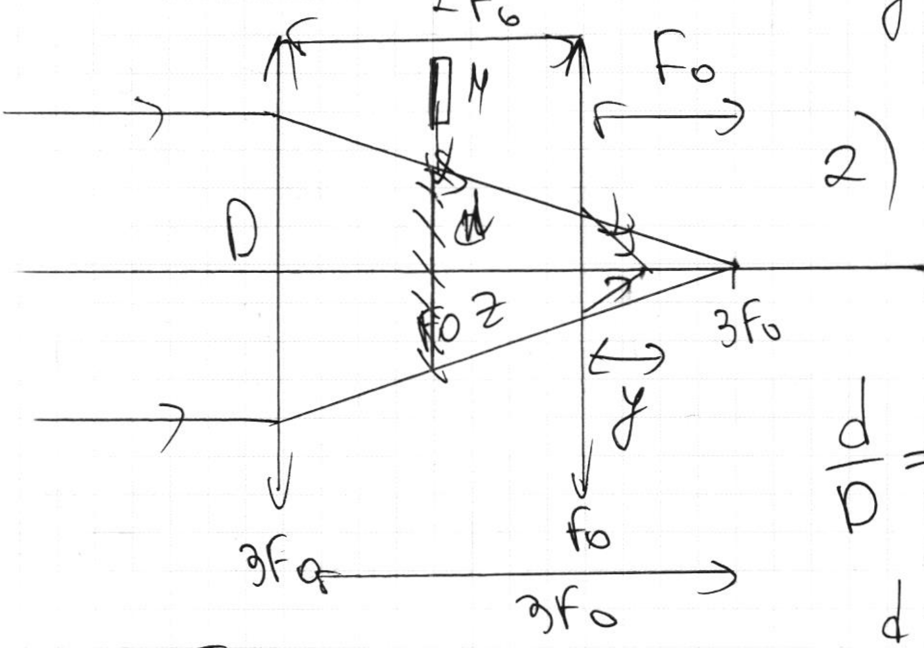
2) $V=?$ 3) $t_1=?$

$I \sim P$



1) $-\frac{1}{F_0}+\frac{1}{y}=\frac{1}{F_0}$

$y=\frac{F_0}{2}$

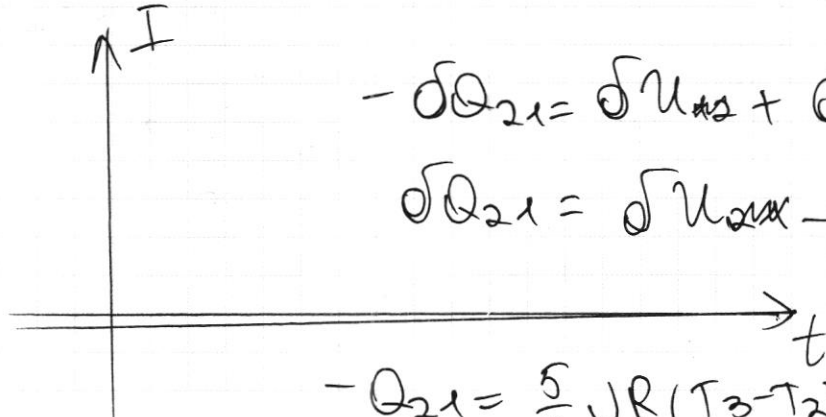


2)

$\frac{180}{5}=36$

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

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



$-\delta Q_{21}=\delta U_{12}+\delta A_{12}$

$\delta Q_{21}=\delta U_{21}-\delta A_{12}$

$-Q_{21}=\frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)+A$

$Q_{21}=\frac{5}{2}\nu R(\qquad -A$

$A=-Q-\frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)$

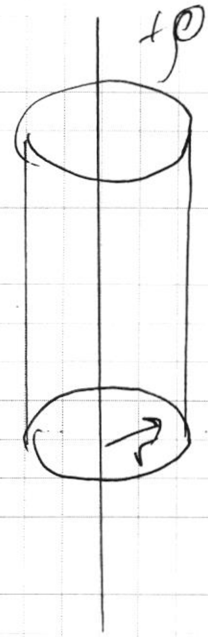
$A=\frac{5}{2}\nu R(\qquad -Q$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



qпол

$\oint \vec{E}\, d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$831 \cdot 3$

2493

$E \cdot \pi r \cdot l = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\rho}{2\pi r \varepsilon_0}$

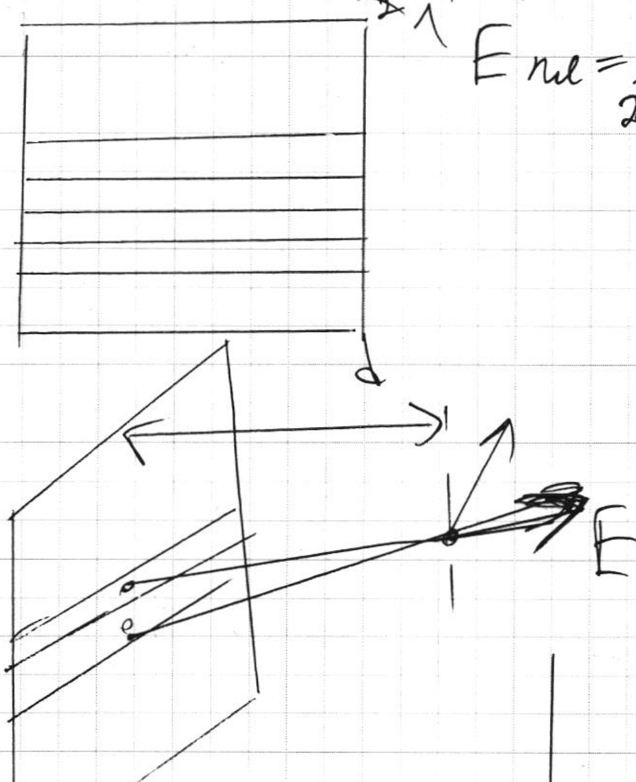
$\frac{\cancel{4}}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{6}^{3}}{\cancel{7}} \cdot \frac{831}{\cancel{100}} \cdot \cancel{100}$

$E = \frac{\rho}{2\pi r \varepsilon_0}$

$\frac{5}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{18}^{9}}{7} \cdot \frac{831}{\cancel{100}} \cdot \cancel{100} \Rightarrow \frac{45}{7} \cdot 831$

$E_{пл} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{l} \cdot \frac{1}{r} \cdot N =$

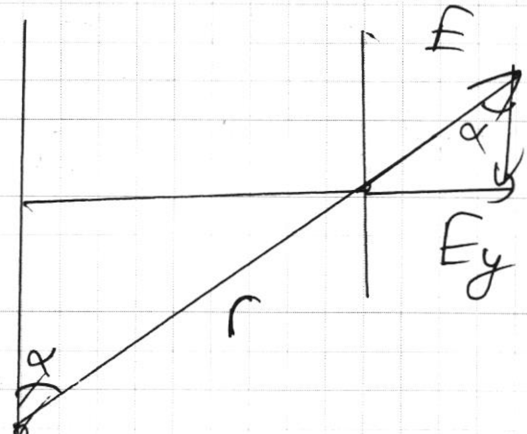
$=$



$dE_y = E \cdot \sin\alpha$

$dE_y = \frac{\rho}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{l \cdot r} \cdot \sin\alpha$

$Q = 3 \cdot 831$



$900 \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{831}{100} \cdot \left(\frac{11}{18} - \frac{9}{18}\right) =$

$= \cancel{9} \cdot \frac{6}{7} \cdot 831 \cdot \frac{1}{\cancel{9}}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

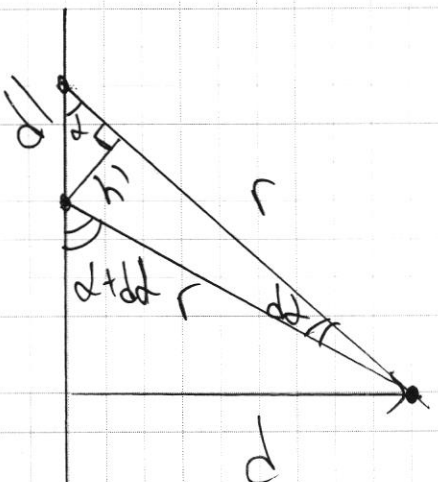
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$dB = \frac{\mu_0 I \cdot \vec{dl} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$$



$$r \cdot d\alpha = dl \cdot \sin\alpha$$

$$r = \frac{dl \cdot \sin\alpha}{d\alpha}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I \cdot dl \cdot \cancel{r} \cdot \sin\alpha}{4\pi r^{\cancel{3}2}} = \frac{\mu_0 I\, dl \sin\alpha}{4\pi r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\cancel{dl}\,\cancel{\sin\alpha}}{\cancel{dl^2} \cancel{\sin^2\alpha}} \cdot d\alpha$$

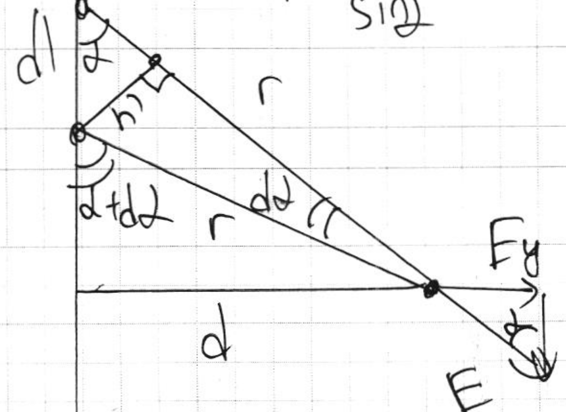
r

$$\frac{d \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha} = r$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\sin\alpha\, d\alpha}{r}$$

$$r \cdot d\alpha = h' = dl \cdot \sin\alpha$$

$$r = \frac{d}{\sin\alpha}$$



$$dF_y = E \cdot \sin\alpha$$

$$E = \frac{k}{r^2} \cdot \rho\, dl$$

$$dF_y = k\rho \cdot \frac{dl \cdot \sin\alpha}{r^2} =$$

$$= k\rho \cdot \frac{dl \cancel{\sin\alpha}}{dl \cancel{\sin\alpha}} \cdot \frac{d\alpha}{r} =$$

$$= \frac{k\rho}{d} \int_0^{120°} \sin\alpha\, d\alpha$$

$$E = \frac{k\rho}{r} \cdot 2$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)