Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

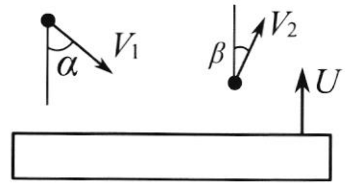
Класс 11

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.

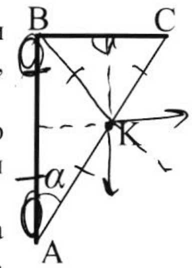
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ 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 АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.

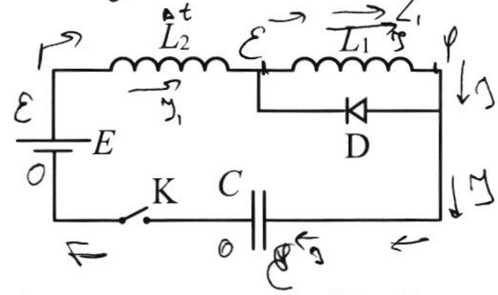


1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

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

$\mathcal{E} = \frac{L_2 \Delta I}{\Delta t}$

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.

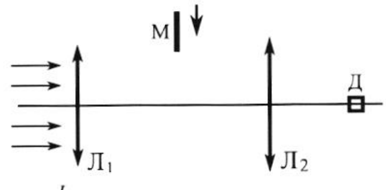


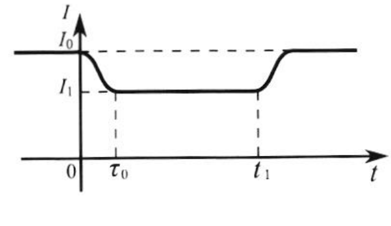
1) Найти период T этих колебаний.

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

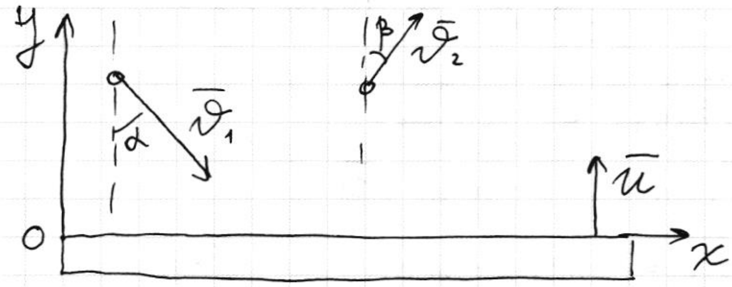
Задача № 1

$\vartheta_1 = 12\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{1}{2}$; $\sin\beta = \frac{1}{3}$

1) ϑ_2 - ?

2) u - ?



1) СО: массивная плита.

$\vec{\vartheta}_1 = \vec{u} + \vec{\vartheta}_{отн1}$, $\vartheta_{отн}$ - отн-ая скорость.

$\vec{\vartheta}_{отн1} = \vec{\vartheta}_1 - \vec{u}$

~~Пусть m - масса шарика; M - масса плиты.~~

~~Так как внешние силы не учитываются, то по з-ну сохр. импульса:~~

После неупругого удара:

$\vec{\vartheta}_2 = \vec{u} + \vec{\vartheta}_{отн2}$

$\vec{\vartheta}_{отн2} = \vec{\vartheta}_2 - \vec{u}$

Так как вдоль OX нет внешних и внутренних сил, то $\vartheta_x = const$ =>

=> $\vartheta_{отн1x} = \vartheta_{отн2x}$

$\vartheta_{1x} - u_x = \vartheta_{2x} - u_x$, где $u_x = 0$

$\vartheta_{1x} = \vartheta_{2x}$

$\vartheta_1 \sin\alpha = \vartheta_2 \sin\beta$

$$\boxed{\vartheta_2 = \vartheta_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$$

$\vartheta_2 = 12\ \frac{м}{с} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 1} = 6 \cdot 3\ \frac{м}{с} = 18\ \frac{м}{с}$

2) ~~Закон изменения импульса: $\Delta \vec{p} = \vec{F}_{внешн} \cdot \Delta t$~~

~~$\vec{F}_{внешн}$ не учитываются => $\vec{p} = \overline{const}$~~

Задача №1 (продолжение)

Так как удар неупругий, то выделяется теплота Q.

Рассмотрим Q_{max} и Q_{min}

1. $Q_{min} \to 0$ удар можно считать упругим:

тогда $\overline{\vartheta_{отн1}} = -\overline{\vartheta_{отн2}}$

$$\vartheta_1 - \overline{u} = -\vartheta_2 + \overline{u}$$

$$\vartheta_2 = -\vartheta_1 + 2\overline{u}$$

$$Oy: \vartheta_{2y} = -\vartheta_{1y} + 2u \Rightarrow u_{min} = \frac{\vartheta_{2y} + \vartheta_{1y}}{2}$$

$$u_{min} = \frac{\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\alpha}{2}$$

2. Q_{max} – если выделилось предельное число тепла и шарик приобрёл минимально возможную скорость. Минимальная скорость должна быть больше скорости плиты, чтобы шарик действительно удалился от плиты. Это равносильно тому, что $\vartheta_{отн2y} > 0$

$$\vartheta_{отн2y} = \vartheta_2 \cos\beta - u > 0$$

$$\vartheta_2 \cos\beta > u$$

$$u < \vartheta_2 \cos\beta$$

Таким образом

$$\boxed{\frac{\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\alpha}{2} \le u < \vartheta_2 \cos\beta}$$

$$\frac{18\cos\beta - 12\cos\alpha}{2} \le u < 18 \cdot \cos\beta$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$9 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \le u < 18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

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

$$6\sqrt{2} - 3\sqrt{3} \le u < 12\sqrt{2}$$

(см. продолжение)

Ответ: 1) $\vartheta_2 = \vartheta_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \frac{м}{с}$; 2) $u \in \left[\frac{\vartheta_2 \cos\beta - \vartheta_1 \cos\alpha}{2}; \vartheta_2 \cos\beta\right)$...

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

МФТИ

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1 (продолжение)

продолжение ответа: $u \in [6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}; 12\sqrt{2})$.

Задача №2.

$\nu = \frac{6}{7}$ моль;

$T_1 = 350K$;

$T_2 = 550K$;

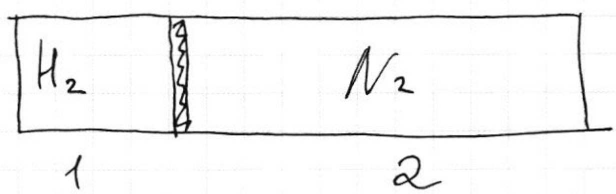
$C_V = \frac{5R}{2}$; $R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль\,К}$

---

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

2) T - ?

3) Q - ?

1) 

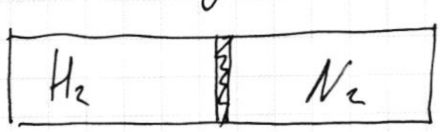
(1): $p_1 V_1 = \nu R T_1$

(2): $p_2 V_2 = \nu R T_2$, где $p_1 = p_2 = p$, так как поршень скользит без трения.

$\frac{(1)}{(2)}$: $\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{550K}{350K} = \frac{11}{7}$

2) После установления равновесия:



для H_2: $p_1' V_1' = \nu R T$

для N_2: $p_2' V_2' = \nu R T$, где $p_1' = p_2' = p'$,

$$\left.\begin{aligned} V_1' &= \frac{\nu R T}{p'} \\ V_2' &= \frac{\nu R T}{p'} \end{aligned}\right\} \Rightarrow V_1' = V_2' = \frac{\nu R T}{p'}$$

Причем $V_1 + V_2 = V_1' + V_2' = V_{общ} = const$

Задача №2 (Продолжение).

где $V_{общ}$ – общий объём

Так как в МКТ удары молекул считают абсолютно упругими, то выполняется закон сохранения энергии.

$$U_1 + U_2 = U_1' + U_2' \quad , U = \frac{5}{2}\nu RT$$

$$\frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\nu RT + \frac{5}{2}\nu RT$$

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

$$T = \frac{350K + 550K}{2} = \frac{900K}{2} = 450K$$

3) $Q = \Delta U_1$ – изменение внутренней энергии водорода, так как система теплоизолированна.

$$Q = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$$

$$\boxed{Q = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)}$$

$$Q = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot 8,31\cdot(450 - 350) = \frac{15}{7}\cdot 8,31\cdot 100 =$$

$$= \frac{15}{7}\cdot 831 = 2\frac{1}{7}\cdot 831 = 2\cdot 831 + \frac{831}{7} = 1662 + 118\frac{5}{7} =$$

$$= 1780\frac{5}{7} \approx 1780 \text{ (Дж)}$$

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

3) $Q = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = 1780$ Дж

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

$AB \perp BC$

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

$\frac{E_к}{E_н}$ – ?

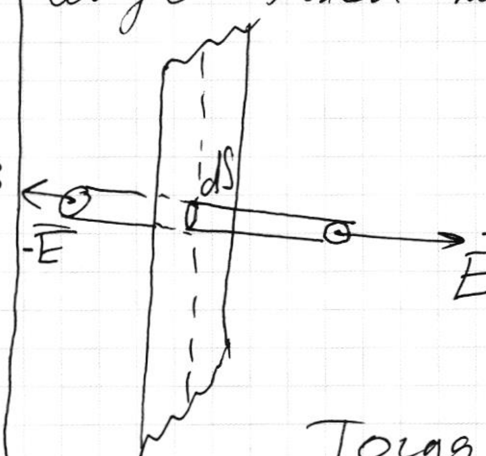
2) $\sigma_1 = 3\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{5}$

$E_к$ – ?

1) Рассмотрим напряженность, создаваемую такой пластиной.

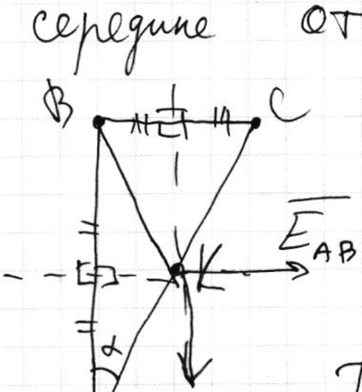


Рассмотрим малую часть пластины, находящуюся на равном расстоянии от краёв пластины. Тогда в силу симметрии $\overline{E} \perp$ пластине и с обеих сторон имеет одинаковый модуль.

Т. Гаусса:

$$\oint E\,dS = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$$

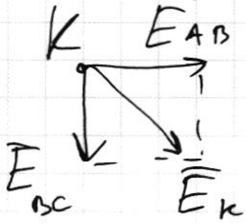
$$E2dS = \frac{\sigma dS}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$, то есть на середине от краёв эта формула верна.



Из геометрических соображений т. K лежит ровно на серединных перпендикулярах AB и BC. Для т. K верно $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Тогда $E_н = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\overline{E}_к = \overline{E}_{BC} + \overline{E}_{AB}$, где $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



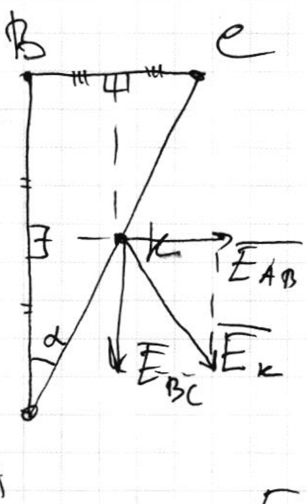
так как $|\overline{E}_{AB}| = |\overline{E}_{BC}|$, то

$$E_к = \sqrt{2}\cdot E_{AB} = \sqrt{2}\cdot E_{BC}$$

$$E_к = \sqrt{2}\cdot E_н$$

$$\boxed{\frac{E_к}{E_н} = \sqrt{2}}$$

2)



$$E_{BC} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\overline{E}_к = \overline{E}_{AB} + \overline{E}_{BC}$$

По т. Пифагора

$$E_к = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$$

$$\boxed{E_к = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{3^2+1^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{10}}$$

Ответ: 1) $\frac{E_к}{E_н} = \sqrt{2}$; 2) $E_к = \frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

Задача № 5.

F_0, D, τ_0,

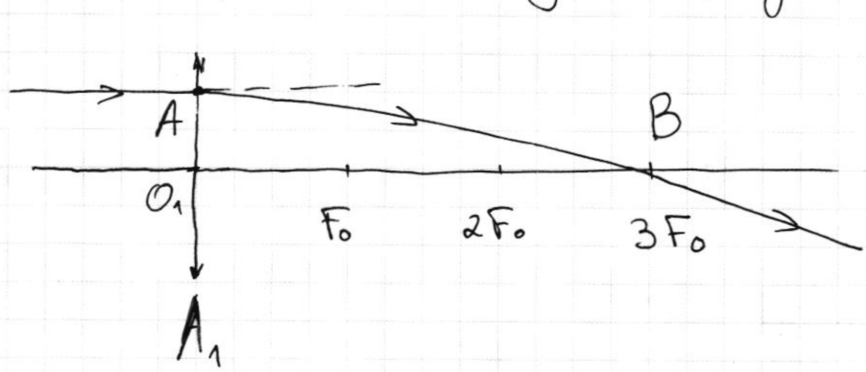
$\tau_1 = \frac{5\tau_0}{9}$

1) d – ?

2) ϑ – ?

3) t_1 – ?

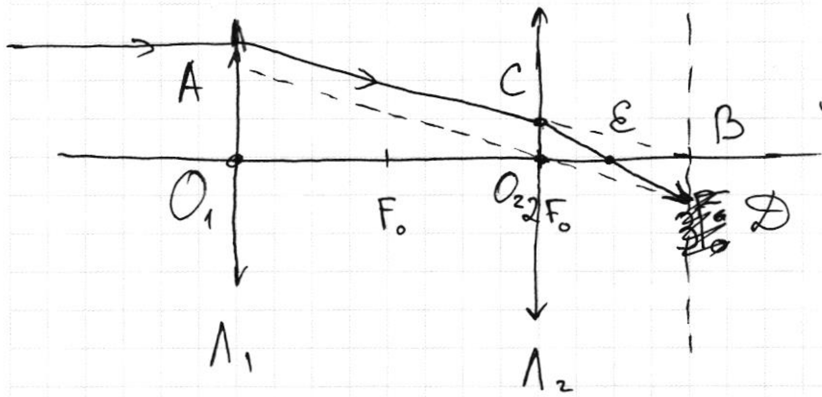
Рассмотрим $Л_1$ без $Л_2$ (отдельно):



Рассмотрим ход одного из лучей. Например, AB.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (продолжение):



Тогда в $Л_2$ попадёт луч AB и после преломления он попадёт в т. D

Пусть $O_2B \cap CD = E$ – точка фокуса для системы линз.

По построению хода лучей из-за того, что фокусы совпадают в одной точке B, получим, что $(CO_2 \parallel BD$ и $CB \parallel O_2D) \Rightarrow CO_2 = BD$

Тогда $\triangle CO_2E = \triangle DBE$ по катету $CO_2 = BD$ и острым вертикальным углам

Значит $O_2E = BE = \frac{O_2B}{2} = \frac{F_0}{2}$

Так как детектор находится в фокусе, то

$d = O_2E = \frac{F_0}{2}$ $\boxed{d = \frac{F_0}{2}}$

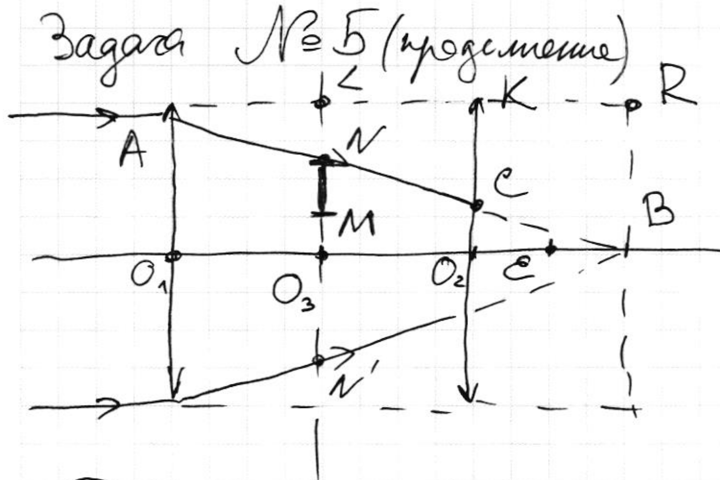
2) Мощность света $P_{св} \sim S_{пучка}$ – площадь пучка при фиксированной интенсивности.

По условию $P_{св} \sim J$.

Тогда $J \sim S_{пучка}$

То есть через τ_0 от пучка проходило только $\frac{5}{9}S$ – площади всего пучка.

Задача № 5 (продолжение)



$\triangle ANL = \triangle BCO_2$

$\Downarrow$

$AL = F_0$

$\triangle ABR \sim \triangle ANL \Rightarrow$

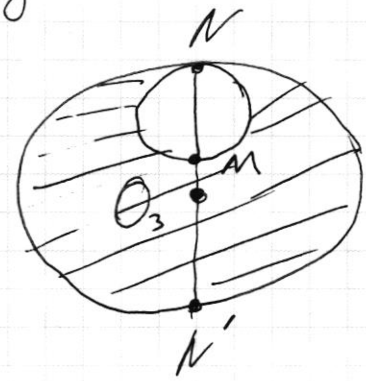
$\Rightarrow \dfrac{AL}{AR} = \dfrac{LN}{BR} \Rightarrow$

$\Rightarrow LN = \dfrac{D}{6} \Rightarrow$

Пусть обозначенные на рисунке точки – это используемые нами точки.

$\Rightarrow NO_3 = \dfrac{D}{3}$

Тогда после вхождения мишени получим



NM – мишень

$$S_{\ominus} = \frac{\pi}{4}\left(NN'^2 - NM^2\right)$$

Причем $S_{\ominus} = \dfrac{5}{9} S = \dfrac{5}{9} \cdot \dfrac{\pi}{4} NN'^2$

$$\frac{5}{9} \cdot \frac{\pi}{4} NN'^2 = \frac{\pi}{4} NN'^2 - \frac{\pi}{4} NM^2$$

$$NM^2 = NN'^2\left(1 - \frac{5}{9}\right) = \frac{4}{9} NN'^2$$

$$NM = \frac{2}{3} NN' = \frac{2}{3} \cdot 2 NO_3 = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \frac{D}{3} = \frac{4}{9} D$$

Мишень полностью зашла в область пучка за τ_0, прошла при этом $NM = \frac{4}{9} D \Rightarrow$

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

(См. продолжение)

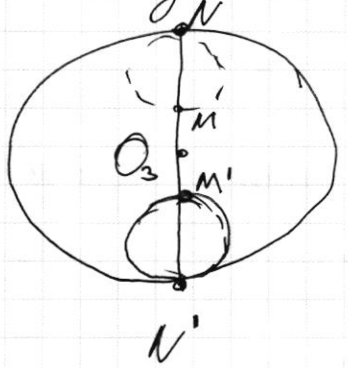
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (продолжение)

3) t_1 соответствует моменту времени, когда мишень подошла к границе пучка.



Тогда из рисунка видно, что мишень прошла расстояние $NM' = NN' - NM = \frac{2D}{3} - \frac{4}{9}D = \frac{2}{9}D$. Тогда:

$$\vartheta = \frac{2D}{9(t_1-\tau_0)}$$, где ϑ – известна =>

$$\Rightarrow \frac{2D}{9(t_1-\tau_0)} = \frac{4D}{9\tau_0} \Rightarrow \frac{1}{t_1-\tau_0} = \frac{2}{\tau_0}$$

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

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

Задача №4.

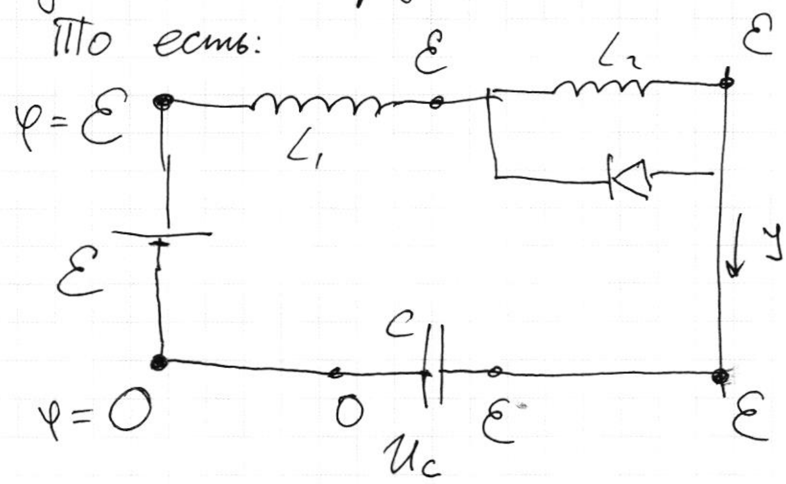
$L_1 = 4L$; $L_2 = 3L$;
$\mathcal{E}$, C

1) T – ?
2) I_{m1} – ? 3) I_{m2} – ?

В начальный момент времени тока нет. Сразу после замыкания K ток через L_1 и L_2 не течет потому что возникает индукционный ток, направленный противоположно.

Задача № 4 (продолжение)

То есть:



Тогда $U_C = \frac{q}{C} = \mathcal{E} \Rightarrow q = \mathcal{E}C$

То есть за некоторое малое время зарядки конденсатора через $\mathcal{E}, L_1, L_2$ протёк заряд q

$J = \frac{q}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}C}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\mathcal{E}C}{J} \Rightarrow (\Delta t)^2 = \frac{\mathcal{E}C^2}{J^2}$

Рассмотрим L_2: закон Фарадея:

$$\mathcal{E} = \frac{L_1 \Delta J}{\Delta t} = \frac{LJ}{\Delta t} = \frac{L_1 \mathcal{E}C}{(\Delta t)^2} \Rightarrow (\Delta t)^2 = \frac{L_1 \mathcal{E}C}{\mathcal{E}} = L_1 C$$

$$L_1 C = \frac{\mathcal{E}^2 C^2}{J^2} \qquad J^2 L_1 = \mathcal{E}^2 C$$

$$J_1 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

Когда конденсатор зарядится, в катушке L_2 пойдёт индукционный ток, и его максимальное значение $J_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

Ответ: 3) $J_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

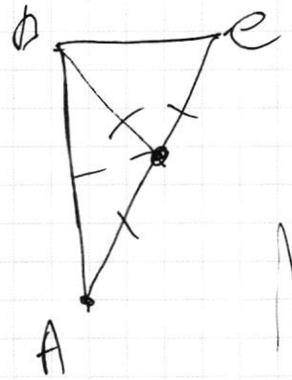
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

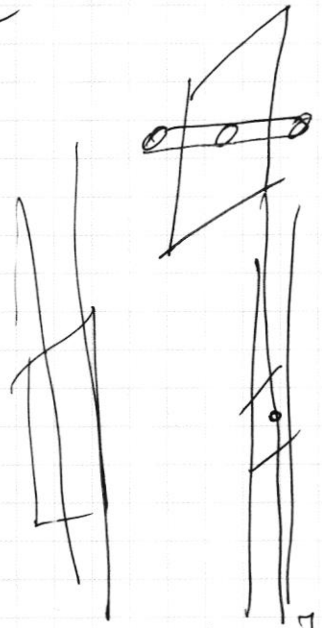
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

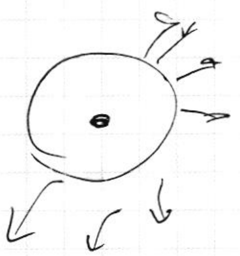
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





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

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



И.

$$\cancel{E} = \mathcal{E} = \frac{L_x \Delta}{\Delta t}$$

$$\frac{2D}{3(t_1+\tau_0)} = \frac{4D}{9\tau_0}$$

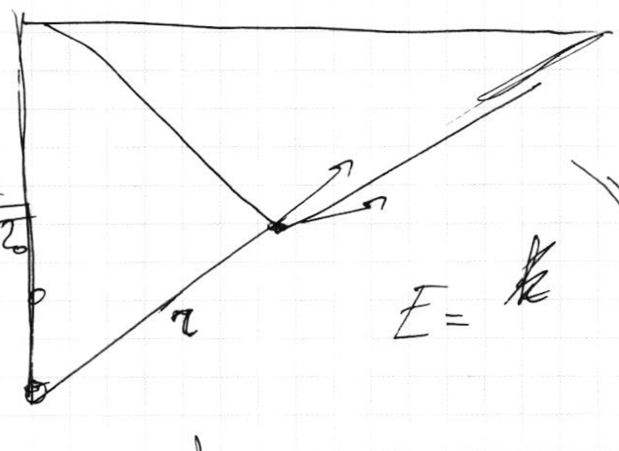
$$\frac{2D}{3t_1} = \frac{4D}{9\tau_0}$$

$$\frac{1}{t_1+\tau_0} = \frac{2}{3\tau_0}$$

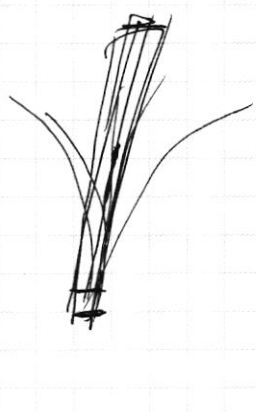
$$3\tau_0 = 2t_1 + 2\tau_0$$

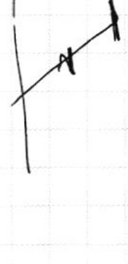
$$t_1 = \frac{\tau_0}{2}$$

$$\frac{1}{t_1} = \frac{2}{3\tau_0}$$



$$E = \cancel{k}$$





$$\cancel{\frac{2D}{9(t_1-\tau_0)} = \frac{2D}{3(t_1+\tau_0)}}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$I = \frac{q}{\Delta t} \qquad \mathcal{E} = \frac{L \Delta Y}{\Delta t}$$

☑ 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

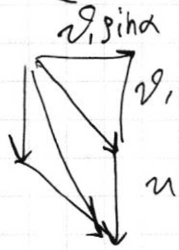
$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + Q$$

$6\sqrt{2} - 3\sqrt{2}$

$\cancel{\sqrt{72} - \sqrt{72}}$

$$\frac{m}{2}\left(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2\right) = Q$$

$$\frac{m}{2}\left(\vartheta_{отн_1}^2 - \vartheta_{отн_2}^2\right) = Q$$



$\cancel{M\bar{u} + m\bar{\vartheta}_1 = M\bar{u} + m\bar{\vartheta}_2}$

$\vartheta = \sqrt{\vartheta_1^2 \sin^2\alpha + \vartheta_1^2\cos^2\alpha + 2\vartheta_1 u\cos\alpha + u^2}$

$$M\bar{0} + m\bar{\vartheta}_1 = M\bar{0} + m\bar{\vartheta}_2$$

$$\vartheta_1 = \vartheta_2$$

$\vartheta = \sqrt{\vartheta_1^2 + 2\vartheta_1 u\cos\alpha + u^2}$

$\vartheta_{1y} + 2u = \vartheta_{2y}$, если $Q = 0$

$\cancel{\frac{m\vartheta_1^2}{2}}$ $\qquad \frac{m\vartheta_{отн_1}^2}{2} = \frac{m\vartheta_{отн_2}^2}{2} + Q$

$\cancel{m}$ $\qquad \frac{m(\vartheta_1^2 + 2\vartheta_1 u\cos\alpha + u^2)}{2} = m\ \cancel{\vartheta_1^2 + 2}$

$\sin\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\vartheta_1\cos\alpha = 6\sqrt{2}$

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

$\vartheta_2\cos\beta = 12\sqrt{2}$

$-\vartheta_1\cos\beta + 2u\cdot k = \vartheta_2\cos\beta$

$\vartheta_2\cos\beta = \vartheta_1\cos\alpha\ \cancel{-2u}$

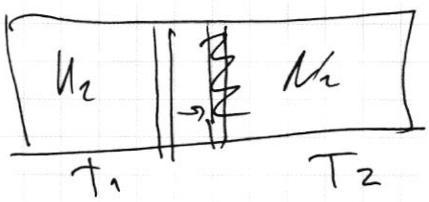
$\cancel{\vartheta}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$V_1 + V_2 = \frac{\nu R}{p}(T_1 + T_2)$

$\nu = \frac{N}{N_A}$

$\vartheta = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

$pV_1 = \nu R T_1$

$p = nkT$

$pV_2 = \nu R T_2$

$p = \frac{N}{V} kT$

$pV_1 = \nu RT$

$pV = \nu RT$

$p = \frac{\nu RT}{V}$

$pV_2 = \nu RT$

$p_1 = \nu RT$

$E = \frac{3}{2} kT$

$V_1 = V_2 \cdot \frac{T_1}{T_2}$ $E_N = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \nu RT$

$V_{общ} = V_1 + V_2 = V_2 \left(1 + \frac{T_1}{T_2}\right) = V_2 \frac{T_1 + T_2}{T_2}$

$V_2' = V_2 \frac{T_1 + T_2}{2T_2}$ $T = \frac{p'V'}{\nu R}$

$C_p = \frac{i+2}{2}$

$p_x V_x = \nu R T_x$

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

$C_V = \frac{i}{2}$

$\delta Q = dU + \delta A$

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

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

$\Delta U = U_k - U_0 =$
$= \frac{5}{2}$

$\frac{T}{V} = \frac{T}{V}$

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

$= \frac{3}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT$

$$\begin{array}{r|l} 831 & 7 \\ -77 & 118 \\ 61 & \\ -56 & \\ 5 & \end{array}$$

~~2.8~~

☑ 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

Задача № 3

$AB \perp BC$

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

$n = \frac{E_K}{E_H}$ — ?

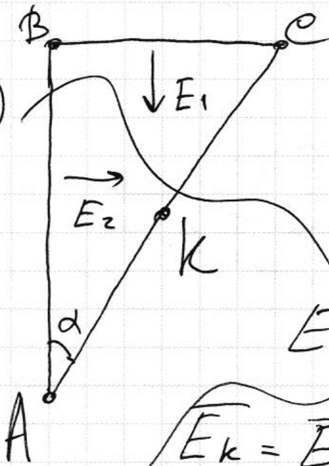
2) $\sigma_1 = 3\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{5}$

E_K — ?

1)



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

$E_H = E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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

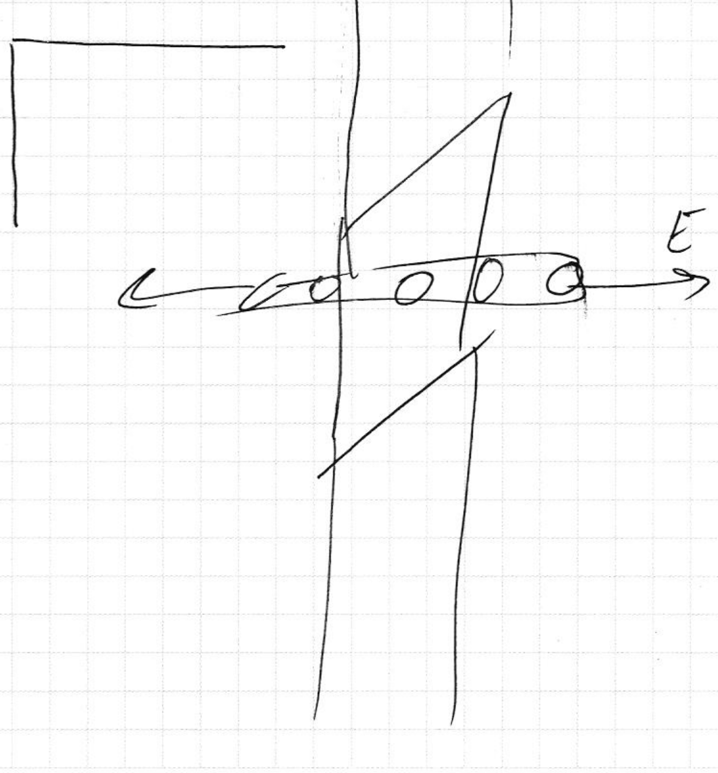
$\bar{E}_K = \bar{E}_1 + \bar{E}_2$

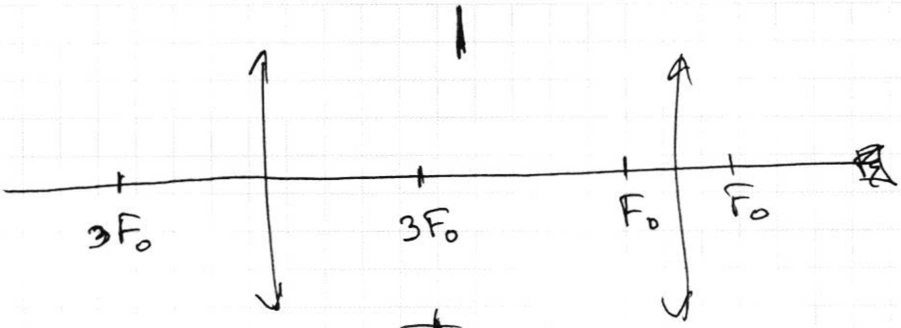
Так как $|\bar{E}_1| = |\bar{E}_2| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

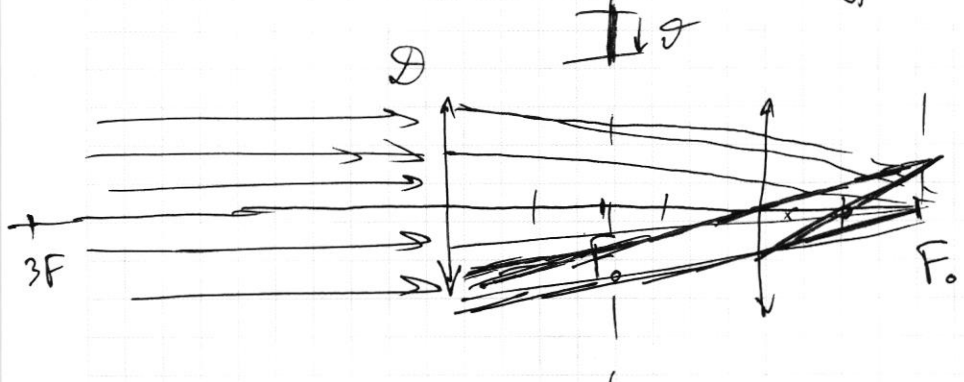
то $E_K = E_1\sqrt{2}$

$E_K = E_H\sqrt{2} \Rightarrow \boxed{\frac{E_K}{E_H} = \sqrt{2}}$

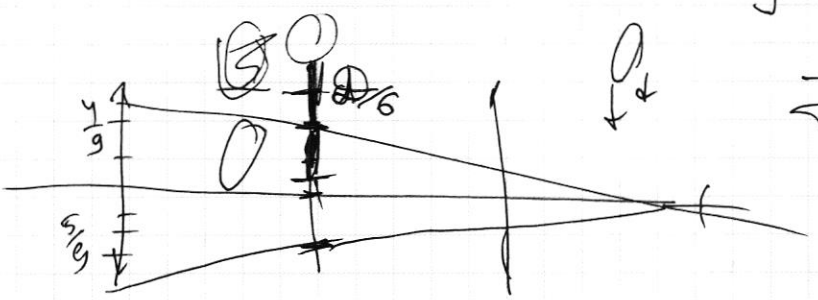
2)







$$I \sim P_{света} \sim I_{кт}^2$$

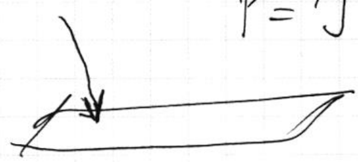


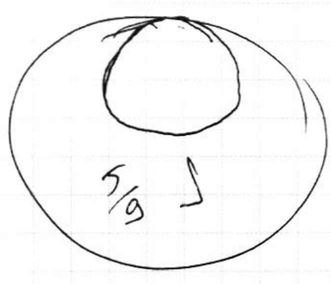
$I_{кт}$

$\frac{5D_0}{9}$

$$P = IU = I^2 R$$

$P_{света}$





$$S = \pi\left(R^2 - r^2\right) = \frac{\pi}{4}\left(D^2 - d^2\right)$$

$$\boxed{P \sim S}\ !$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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