Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

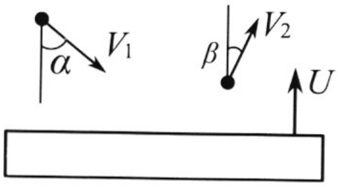
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\frac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\frac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



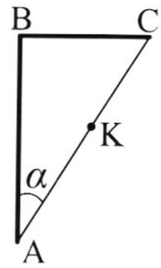
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 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 азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

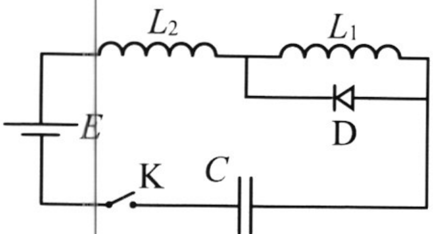
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

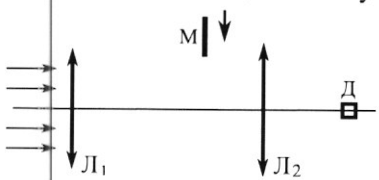
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

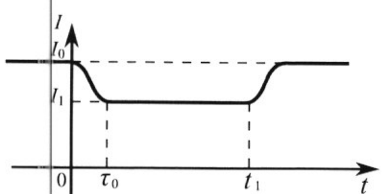
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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 фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

N 1

Дано:

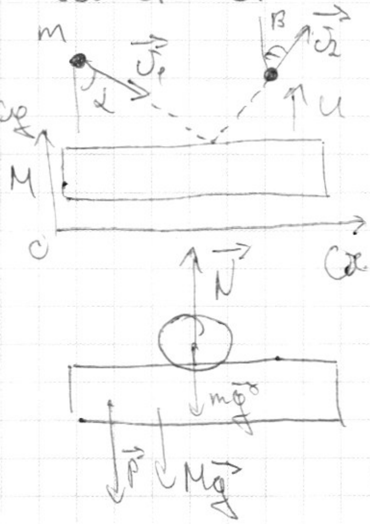
$\upsilon_1 = 8\ \frac{м}{с}$

$\alpha = \arcsin(\frac{3}{4})$

$\beta = \arcsin(\frac{1}{2})$

1) υ_2 - ? 2) u - ?

Решение:



Рассмотрим силы, действующие на шарик и на плиту во время удара:

По III зак. Ньютона $|\vec{N}| = |\vec{P}|$

Т.к. плита гладкая, след. по оси Ox импульс шарика сохраняется (т.к. $F_{тр} = 0$).

По З.Сохр. импульса на Ox: $\cancel{m}\upsilon_1 \sin\alpha = \cancel{m}\upsilon_2 \sin\beta$
(для шарика)

$\upsilon_1 \sin\alpha = \upsilon_2 \sin\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow \upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12\ \frac{м}{с}$;

Запишем II зак. Ньютона в импульсной форме:

Oy: $\frac{m(\upsilon_2 \cos\beta + \upsilon_1 \cos\alpha)}{\Delta t} = N - mg$ - для шарика (1)

Oy: $\frac{M(u - u')}{\Delta t} = -N - Mg$ - для плиты (2)

Запишем з. сохр. импульса на Oy: (для шарика + плита)

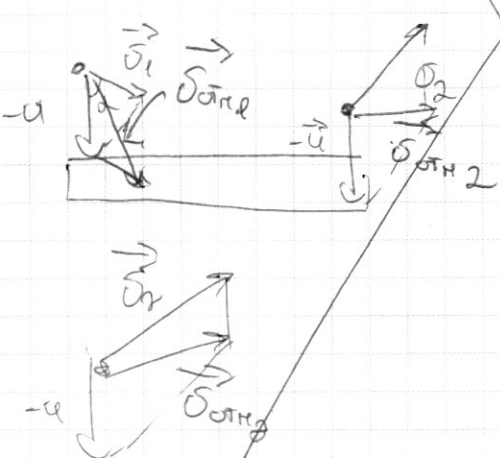
Oy: $-m\upsilon_1 \cos\alpha + Mu = m\upsilon_2 \cos\beta + Mu'$

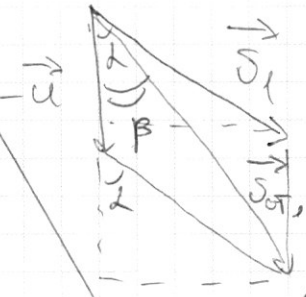
из (1) и (2) $\Rightarrow \begin{cases} m(\upsilon_2 \cos\beta + \upsilon_1 \cos\alpha) = N\Delta t \\ -M(u - u') = N\Delta t \end{cases} \Rightarrow m(\upsilon_2 \cos\beta + \upsilon_1 \cos\alpha) = -M(u - u')$

Ответ: 1) $\upsilon_2 = 12\ \frac{м}{с}$

Т.к. пластина тяжёлая, то её скорость не сильно изменяется. Перейдём в С.О. связ. с ней.

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{от_1} + \vec{u} \Rightarrow \vec{v}_{от_1} = \vec{v}_1 - \vec{u}$





По т. косинусов:

$v_{от_1}^2 = u^2 + v_1^2 - 2uv_1\cos(\pi - \alpha) = 2u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha$

$v_{от.1x} = \cancel{v_{от_1}} \cdot v_{1x} = v_1 \sin\alpha$

ЗСЭ: $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2} + Q'$

Т.к. удар не упругий, то некоторая часть энергии механической, перешлов тепловую. Запишем ЗСЭ:

$$\begin{cases} \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2} + Q \\ \dfrac{Q}{\frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2}} = k \Rightarrow Q = k\left(\frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2}\right) \end{cases}$$

, где k - коэффициент потери мех. энергии

$\frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} =$

☑ 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

№2 Дано:

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300$ K

$T_2 = 500$ K

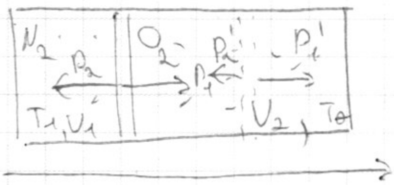
$C_V = \frac{5R}{2}$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль\cdot К}$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ? 2) $T_{уст}$ - ?

3) ΔQ_N - ?

Решение:



Запишем равенство давлений в нач. момент времени; уравнения Менд.–Клапейрона для двух газов:

$$\begin{cases} P_1 = P_2 \\ P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5};$$

т.к. $C_V = \frac{5R}{2} \Rightarrow i = 5$

Запишем равенство давлений в конечн. момент времени: уравнение Менд.–Клапейрона для двух газов:

$$\begin{cases} P_1' = P_2' \\ P_1'V_1' = \nu R T_{уст} \\ P_2'V_2' = \nu R T_{уст.} \end{cases} \Rightarrow P_1'V_1' = P_2'V_2' \Rightarrow V_1' = V_2'$$

Запишем I нач. термодинамики для азота и кислорода

$$\Delta Q_N = \Delta U_N + A_N = \frac{i}{2}(\nu R T_{уст.} - \nu R T_1) + A_N \quad (1)$$

$$\Delta Q_O = \Delta U_O + A_O = \frac{i}{2}(\nu R T_{уст.} - \nu R T_2) + A_O \quad (2)$$

т.к. $T_2 > T_1$, $V_2 > V_1 \Rightarrow \Delta Q_N = -\Delta Q_O$, $A_N = -A_O \Rightarrow$

$$\Delta Q_N = \frac{i\nu R}{2}(T_{уст.} - T_1) + A_N = -\frac{i\nu R}{2}(T_{уст.} - T_2) - A_O = -\Delta Q_O \Rightarrow$$

$$T_{уст.} - T_1 = -(T_{уст.} - T_2) \Rightarrow 2T_{уст.} = T_1 + T_2 \Rightarrow T_{уст.} = \frac{T_1 + T_2}{2} =$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$= \frac{300+500}{2} = 400\ K$.

Т.к. температура изменялась медленно, ели за $\Delta t \to 0$, $\Delta P \to 0$, сл-но на малом промежутке времени $P = const$ => весь процесс можно считать изобарным. Из уравнения Майера $C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7R}{2}$

$\Delta Q_N = C_p \nu (T_{уст.} - T_1) = \frac{\cancel{7}\overset{3,31}{\cancel{R}}}{2} \cdot \frac{3}{\cancel{7}} \cdot \overset{50}{\cancel{100}} = 3{,}31 \cdot 150 = 1246{,}5$ Дж $\approx$

≈ 1247 Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$ 2) $T_{уст.} = 400$ K, 3) $Q_N = 1247$ Дж.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 ~~Дано~~:

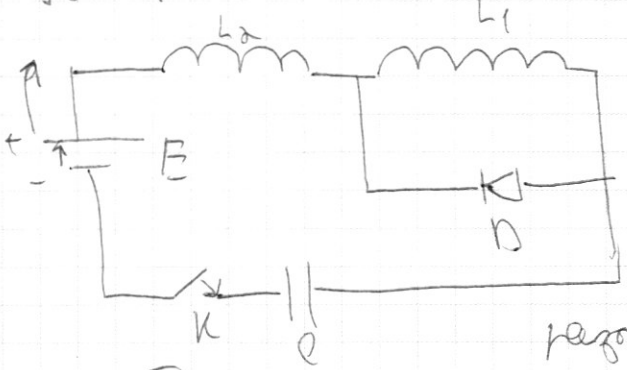
$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

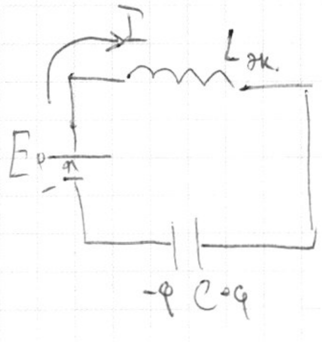
C, E

1) T-? 2) I_{m1}-? 3) I_{m2}-?

Решение:



После замыкания ключа ток не пойдет через диод, т.к. разность потенциалов на нём будет отрицательной. $\Rightarrow$



$L_{эк} = L_1 + L_2$

Запишем I прав. Кирхгофа:

$E + E_{is} = \frac{q}{C} = E - \frac{L\,dI}{dt} = E - L\ddot{q} \Rightarrow$

$L_{эк}\ddot{q} + \frac{q}{C} - E = 0 \;\Big|\; : L_{эк}$

$\ddot{q} + \frac{q}{L_{эк}C} - \frac{E}{L_{эк}} = 0 \Rightarrow \cancel{\ddot{q} + \omega^2 q - \frac{E}{L} = 0}$ $\quad \frac{1}{L_{эк}C} = \omega^2$

Пусть $\xi = q - EC \Rightarrow \ddot{\xi} = \ddot{q} \Rightarrow$ $\quad \ddot{q} + \frac{1}{L_{эк}C}(q - EC) = 0$

$\ddot{\xi} + \omega^2\xi = 0 \Rightarrow \xi(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t \Rightarrow q(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t + EC$

$q(0) = 0 = A + EC \Rightarrow A = -EC$; ~~$I(0)$~~

$\dot{q}(t) = I = -A\omega\sin\omega t + B\omega\cos\omega t$; $\dot{q}(0) = 0 = B\omega\cancel{\cos}1 \Rightarrow B = 0 \Rightarrow$

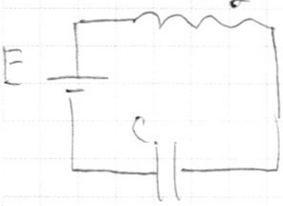
$q(t) = -EC\cos\left(\frac{t}{\sqrt{L_{эк}C}}\right) + EC$

Так будет до того момента, как ток пойдёт по диоду, а не по катушке L_1; это случится через пол периода для эквивал. колеб. контура $T_0 = \frac{T_{эк}}{2}$;

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$T_{эк.} = 2\pi\sqrt{L_{эк.}C} = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} \Rightarrow T_1 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$;

Дальше цепь будет такой:



Аналогично:

$q'(t) = A\cos\omega' t + B\sin\omega' t + EC$, где $\omega' = \frac{1}{\sqrt{L_2C}}$

$q'(0) = q(T_1) = 2EC = A + EC \Rightarrow A = EC$

$\dot{q}'(t) = I'(t) = -A\omega'\sin\omega' t + B\omega'\cos\omega' t$;

$\dot{q}'(0) = 0 \Rightarrow B = 0 \Rightarrow q'(t) = EC\cos\omega' t + EC$

Ток будет течь по диоду, пока q на конденсаторе не станет равен 0, т.е. $T_2 = \frac{T'}{2} = \frac{2\pi\sqrt{L_2C}}{2} = \pi\sqrt{L_2C}$

Период общих колебаний цепи равен $T = T_1 + T_2 =$

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

когда $\sin\omega t = 1$

$I(t) = EC\omega\sin\omega t \Rightarrow I_{м1} = EC\omega = \frac{EC}{\sqrt{L_{эк.}C}} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$

$I'(t) = EC\omega'\sin\omega' t$

$\Rightarrow I_{м\,эк.} = EC\omega' = \frac{EC}{\sqrt{L_2C}} = E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$I_{м1} < I_{м\,эк.} \Rightarrow$ т.к. в первой ситуации $I_1 = I_2$, а также $I_{м2} =$

$= I_{м\,эк.} = E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2} + \sqrt{L_1+L_2}\right)$ 2) $I_{м1} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$ 3) $I_{м2} = E\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

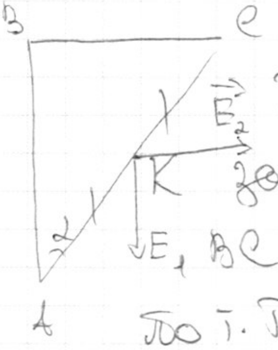
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

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

$\frac{E_{K1}}{E_{K2}} - ?$

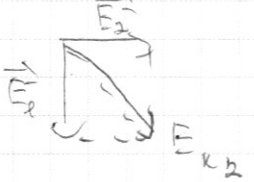


Решение:

Рассмотрим случай, когда заряжена только пластина BC: т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, значит AB = BC;

по т. Гаусса напряжённость от одной плоскости $E = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0} \Rightarrow E_1 = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0} = E_{K1}$

В случае, когда заряжена и пластина AB: $\vec{E_{K2}} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

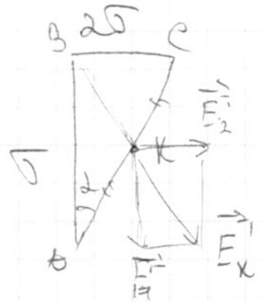


$\Rightarrow$ по т. Пифагора: $E_{K2} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = E_1\sqrt{2} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{2}\varepsilon_0} = E_{K1}\sqrt{2}$

$\Rightarrow \frac{E_{K1}}{E_{K2}} = \frac{E_{K1}}{\sqrt{2}E_{K1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow$ Напряжённость в точке K увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

2) $\alpha = \frac{\pi}{7}$, $\sigma_1 = 2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$

$E_K' - ?$



Т.к. плоскости бесконечные, то угол не будет влиять на E_K' $\Rightarrow$ $E_K' = \sqrt{E_2'^2 + E_1'^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sigma\sqrt{\frac{1}{\varepsilon_0^2} + \frac{1}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{5}$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз, 2) $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{5}$

☐ 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)

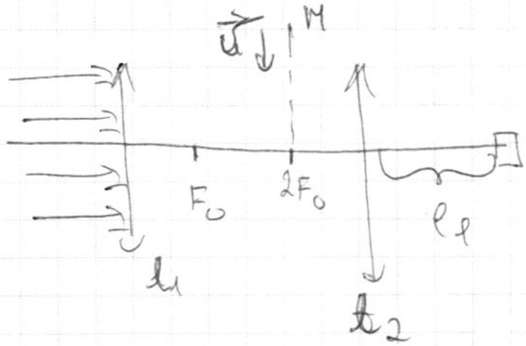
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

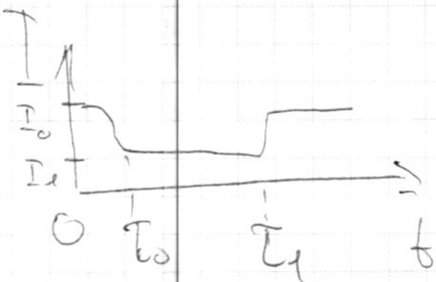
№5

Дано:
F_0, D, τ_0
$I_1 = \frac{3I_0}{4}$

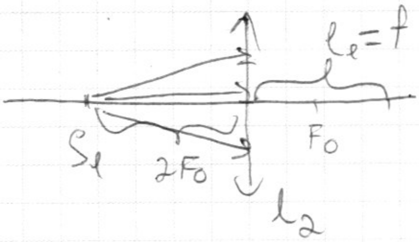
1) l_1-? 2) v-?
3) t_1-?

Решение:





Т.к. лучи идут в линзу l_1 параллельно, то они все пересекутся в фокусе линзы l_1. (т.к. $F_0 << F_0$). Отсюда следует, что для второй линзы точку пересечения F_0 можно считать точечным источником света S_1.



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ $\quad l_1 = f$, $d = 2F_0$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{l_1} \Rightarrow l_1 = 2F_0$ — т.к. лучи фокусируются на фотодетекторе.

Т.к. сила тока I пропорциональна мощности падающего света, то ~~I~~ $I \sim P \sim S \Rightarrow I_0 = K\frac{\pi D^2}{4}$ (1) где K — это коэффициент пропор. ($I_0 = KS_0$) $\Rightarrow I_1 = KS'$

$S' = S_0 - S_м$, где $S_м$ — площадь мишени M, с радиусом r. $\Rightarrow I_1 = K\left(\frac{\pi D^2}{4} - \pi r^2\right) = 3I_0/4$ (2)

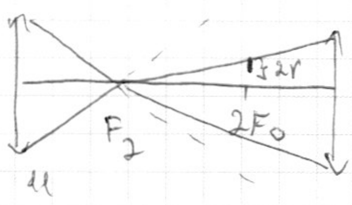
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

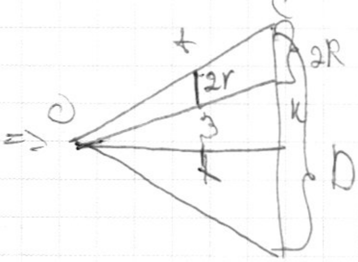
Из выражения (1) и (2) следует, что

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{k\frac{\pi D^2}{4}}{k\left(\frac{\pi D^2}{4} - \pi r^2\right)} = \frac{4}{3} = \frac{D^2/4}{D^2/4 - r^2} \Rightarrow D^2 - 4r^2 = \frac{3D^2}{4}$$

$$4r^2 = \frac{D^2}{4} \Rightarrow r = \frac{D}{4}$$

т.к. на промежутке $t \in [\tau_0; \tau_1]$ сила тока не изменяется, сечение S является константой $\Rightarrow$ время τ_0 соответствует моменту, когда мишень полностью зашла в свет.





Из подобия треугол. ОВЗ и ОСК следует.

$$\frac{2r}{F_0} = \frac{2R}{2F_0} \Rightarrow R = 2r$$

$$\Rightarrow S' = \frac{\pi D^2}{4} - \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4} - 4\pi r^2$$

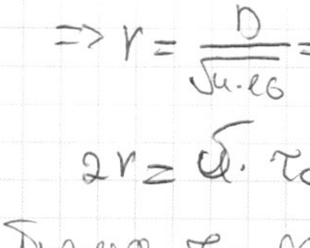
$$S_0 = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{kS_0}{kS_1} = \frac{\pi D^2/4}{\pi D^2/4 - 4\pi r^2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{3D^2}{4} = D^2 - 16r^2 \Rightarrow 16r^2 = \frac{D^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{D}{\sqrt{4\cdot 16}} = \frac{D}{8}$$

$$2r = v\cdot\tau_0 \Rightarrow v = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0};$$

Время τ_1 соответствует моменту, когда мишень только начнёт выходить из света.



из подобия треугол. OE_1E_2 и $OF_1F_2 \Rightarrow$

$$x = E_1E_2 = \frac{D}{2}$$

$$(x - 2r) = v(t_1 - \tau_0) \Rightarrow vt_1 - v\tau_0 = x - 2r \Rightarrow$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Rightarrow \; v t_1 = x - 2r + v\tau_0$

$$t_1 = \frac{x-2r}{v} + \tau_0 = \frac{\frac{D}{2} - \frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} + \tau_0 = \frac{D}{4} \cdot \frac{4\tau_0}{D} = 2\tau_0$$

Ответ: $Q_1 = 2F_0$, $v = \frac{D}{4\tau_0}$, $t_1 = 2\tau_0$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)