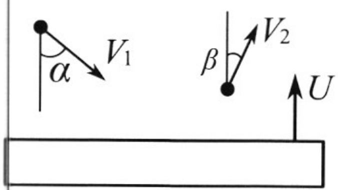
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.

1) Найти скорость V_2.

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

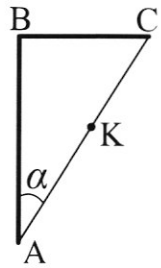
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

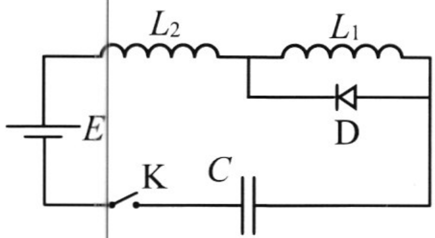
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины 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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.



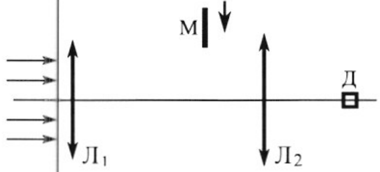
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

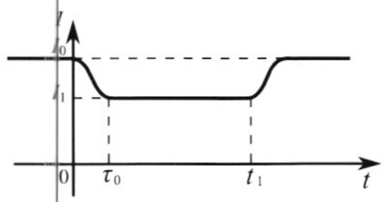
1) Найти период T этих колебаний.

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 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

№1.

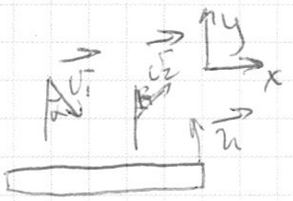
$v_1 = 8\frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

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

1) v_2-?

2) u-?



1) Неупругий удар, считаем шар материальной точкой, действием силы тяжести за малое время столкновения можно пренебречь, сл. применяем ЗСИ.

$$m\vec{v_1} + M\vec{u} = m\vec{v_2} + M\vec{u'}$$

m - масса шара

M - масса платформы

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

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

$$v_2 = \frac{\cancel{8}^{2}\cdot 3\cdot 2}{\cancel{4}\cdot 1} = 12\left(\frac{м}{с}\right)$$

2) По условию задачи плита движется с постоянной скоростью $\vec{u}$, сл. воздействием шарика на плиту можно пренебречь.

Oy: $-m v_1 \cos\alpha + M u = m v_2 \cos\beta$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{7}}{4}$ (α-острый)

$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ (β-острый)

$$M u = m\left(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta\right)$$

$$u = \frac{m}{M}\left(8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} + 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(\frac{м}{с}\right) =$$

$$= \frac{m}{M}\left(2\sqrt{7} + 6\sqrt{3}\right)\left(\frac{м}{с}\right)$$

Если взять отношение $\frac{m}{M}$ за 1, то $U = 2\sqrt{7}+6\sqrt{3}$ $\left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: 1) $\upsilon_2 = 12\,\frac{м}{с}$ 2) Например, $2\sqrt{7}+6\sqrt{3}$ $\left(\frac{м}{с}\right)$

№2.

Дано	Решение
$\nu = \frac{3}{7}$ моль $T_1 = 300K$ $T_2 = 500K$ $C_V = \frac{5R}{2}$ $R = 8{,}31\,\frac{Дж}{моль \cdot K}$	1) $C_V = \frac{5R}{2}$, см газы двухатомные, а также идеальные.
1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ? 2) T - ? 3) Q - ?	

Уравнение состояния идеального газа:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$p_1 = p_2$, т.к. поршень был в равновесии

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$$

2) Основное уравнение МКТ для азота:

$\Delta U_1 = A + Q_1$ $Q_1 > 0$, т.к. азот получил тепло от кислорода

Для O_2: $\Delta U_2 = A + Q_2$; $Q_2 < 0$, т.к. кислород отдал некоторое кол-во теплоты азоту

$A = 0$, т.к. поршень скользит без трения, медленно.

$$|Q_1| = |Q_2|$$

$$|\Delta U_1| = |\Delta U_2|$$

$$\frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T)$$

$$2T = T_1 + T_2$$

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

$$T = \frac{500+300}{2} = 400\,(K)$$

☐ 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

3) $Q_1 = \Delta U_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$ – двухатомный газ.

$$Q_1 = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{7}\cdot 8{,}31\,(400-300) \approx 890{,}4 \text{ (Дж)}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$ 2) $T = 400K$ 3) $Q = 890{,}4$ Дж

№3

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

2) $\alpha = \frac{\pi}{7}$

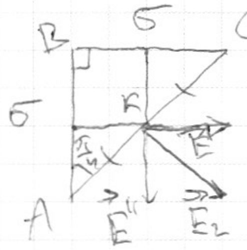
$\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

1) $\frac{E_2}{E_1}$ - ?

2) E_K - ?

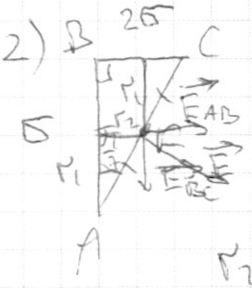
1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$.



$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{2}\sigma\,r^2}{r^2\,\sigma} = \sqrt{2}$$

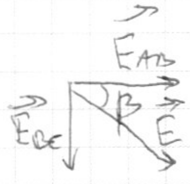
Возрастет в $\sqrt{2}$ раз.

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



$E \sim \frac{1}{r^2}$ (обратнопропорционально квадрату расстояния от (·) до пов-сти).

$$\frac{r_2}{r_1} = \operatorname{tg}\alpha \Rightarrow \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{\operatorname{tg}^2\frac{\pi}{7}}$$



$$\frac{E_{AB}}{E_{BC}} = \frac{\sigma}{r_2^2}\cdot\frac{r_1^2}{2\sigma} = \frac{1}{2\operatorname{tg}^2\frac{\pi}{7}}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{E_{BC}}{E_{AB}} = 2\operatorname{tg}^2\frac{\pi}{7} \quad (\beta = \widehat{E; E_{AB}})$$

$$E = \frac{E_{AB}}{\sin\beta} = \frac{k\sigma}{r_2^2\sin(\operatorname{arctg}(2\operatorname{tg}^2\frac{\pi}{7}))}, \text{ где } r_2 = \frac{BC}{2}.$$

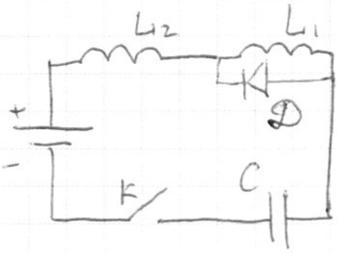
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3 (Нумеровать только чистовики)

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1}=\sqrt{2}$ 2) $E=\frac{k\sigma}{r_2^2\sin(\arctg(\frac{\pi}{2}\,tg\frac{2\sqrt{2}}{7}))}$, где $r_2=\frac{BC}{2}$.

№4.

E
$L_1=2L$
$L_2=L$
C
1) $T-?$
2) $I_{m1}-?$
3) $I_{m2}-?$



1) Диод D будет пропускать ток только в одном направлении, ся некоторое время через L_1 не будет идти ток.

Посчитаем периоды колебаний отдельно для $L_{об_2}=L_1+L_2$ и $L_{об_1}=L_2$.

По формуле Томсона:

$$T_1=2\pi\sqrt{L_2C}$$

$$T_2=2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$$

Нам нужны только половины периодов, т.к. направление тока за это время поменяется, а диод пропускает ток только в одном направлении

$$T=\frac{T_1+T_2}{2}=\pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2}+\sqrt{L_1+L_2}\right)$$

$$T=\pi\sqrt{CL}\,(1+\sqrt{3})$$

2) Применим ЗСЭ (активного сопротивления в цепи нет; источник идеальный ($r=0$))

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2}=\frac{(L_1+L_2)I_{m1}^2}{2}$$

макс. энергия конденсатора

$$I_{m1}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

3) ~~Максимальный~~ ток будет идти через L_2, когда через L_1 ток идти не будет.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Применим ЗСЭ (по тем же условиям, что и в п.2).

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2}$$

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

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

Ответ: 1) $T=\pi(1+\sqrt{3})\sqrt{CL}$ 2) $I_{m1}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$ 3) $I_{m2}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№5.

F_0

D

τ_0

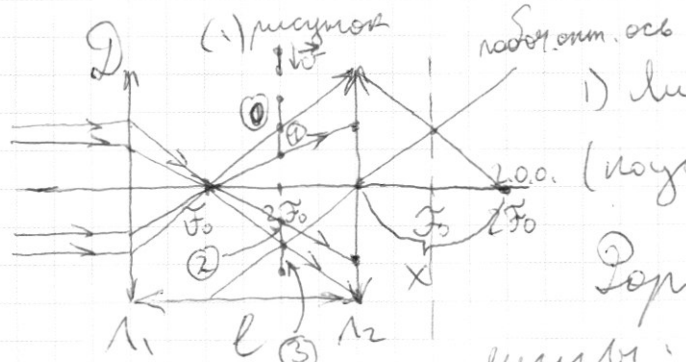
$t_1 = \frac{3\tau_0}{4}$

$l = 3F_0$

1) x - ?

2) D - ?

3) t_1 - ?



1) Линзы собирающие (по условию)

Формула тонкой линзы:

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

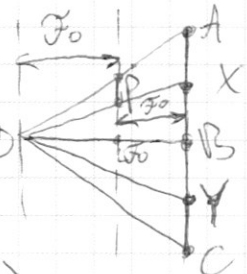
$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2F_0}$$

$$x = 2F_0$$

2) Меняется сила тока в фотодетекторе, сл. уменьшается интенсивность света, падающего на фотодетектор, сл. уменьшается площадь круга света, получаемого второй линзой из-за создания тени мишенью. τ_0 — момент, когда верхний край

мишени достигает верхнего луча, отбрасываемого линзой 1. В этот момент тень максимальна, сила тока в фото~~резисторе~~детекторе минимальна.
Далее площадь тени меняться не будет (доказательство ниже) до момента



(2)

$AB = p$ (длина мишени)
$AB = XY = BC$.
$S_{ABD} = S_{XYD} = S_{BCD}$ (из геометрии)

t_1 - момента, когда верхний край мишени достигнет нижнего луча, даваемого линзой 12. На рисунке (1) этому положению соответствует позиция (2) мишени, а положению (0) — начальный момент времени на графике.

За p обозначим расст-е, которое пройдет мишень за время τ_0. Это и есть размер мишени.

$p = v\tau_0$ (из механики)

$v = \frac{p}{\tau_0}$

$\mathcal{I}_1 = \frac{3}{4}\mathcal{I}_0$, сл $\frac{l_1}{l_0} = \frac{3}{4}$ ($l_1 = XC$; $l_0 = AC$). $\Rightarrow AX = \frac{AC}{4} = \frac{D}{4}$.

Из подобных Δ с $k = \frac{1}{2}$:

$p = \frac{1}{2}AX = \frac{D}{8}$

$v = \frac{D}{8\tau_0}$

3) $\frac{\left(\frac{D}{8} + \frac{D}{8}\right)}{v}$ - время, за которое тело перейдет из (п.1) в (п.2)

$t_1 = \tau_0 + \frac{D \cdot 8\tau_0}{4D} = 3\tau_0$

Ответ: 1) $x = 2\tau_0$ 2) $v = \frac{D}{8\tau_0}$ 3) $t_1 = 3\tau_0$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

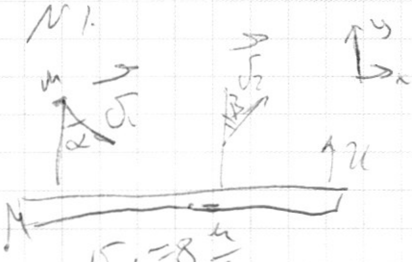
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

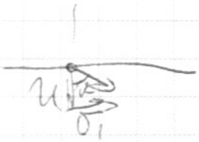
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

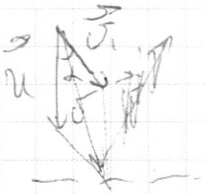


$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$

В момент удара:



~~В плита~~ Шар движ. относ. плиты со скор $\vec{v}$.



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

$\cancel{v^2 = u^2 + v_1^2 - 2uv_1\cos(180-\alpha)}$

$\cancel{v^2 = u^2 + v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha}$

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$\cos^2\alpha = 1 - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$

$\boxed{\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}}$

~~Неупруг.~~ Неупругий удар, считаем шар материальной точкой, действием силы тяжести за малое время удара пренебрегаем. применим ЗСИ.

$m\vec{v}_1 + M\vec{u} = m\vec{v}_2$

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

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

$\sin\beta = \frac{1}{2}$, β - остр $\Rightarrow \beta = 30°$

$\boxed{\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}}$

$v_1\cos\alpha = \frac{8\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$ м/с $\sqrt{28}$

$v_2\cos\beta = \frac{12\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$ $\frac{м}{с}$. $\sqrt{108}$

$v_2 = \cancel{\frac{8\cdot 3\cdot 2}{4\cdot\sqrt{3}} = 4\sqrt{3}\left(\frac{м}{с}\right)}$

$v_2 = \frac{8\cdot 3\cdot 2}{4\cdot 1} = 12\left(\frac{м}{с}\right)$.

№2

y: $-m v_1\cos\alpha + Mu = m v_2\cos\beta$

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

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

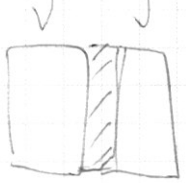
(Нумеровать только чистовики)

$$U=\frac{m}{M}\left(v_1\cos\alpha+v_2\cos\beta\right)=\frac{m}{M}\left(\frac{8\cdot\sqrt7}{4}+\frac{12\cdot\sqrt3}{2}\right)=$$

$$=\frac{m}{M}\left(2\sqrt7+6\sqrt3\right).$$

Возьмем за 1.

№2.



$\nu=\frac{3}{7}$ моль $\quad C_V=\frac{5R}{2}$

$T_1=T_a=300K$ Одноатомные идеальные газы.

$T_2=T_K=500K$

1) $p_1V_a=\nu_a RT_a$ $\quad Q=C_V\nu\Delta T$

$p_1V_K=\nu_K RT_K$ $\quad \cancel{\frac{5}{2}\nu R\Delta T=C_V\nu\Delta T}$

$\cancel{\frac{5}{2}\nu R}=\frac{5}{2}R$

$$\frac{V_a}{V_K}=\frac{T_a}{T_K}=\frac{3}{5}.$$

$T_a\uparrow\ T_K\downarrow$

2) $p_2V_a'=\nu RT$ T-?

$p_2V_K'=\nu RT$

$$\frac{V_a'}{V_K'}=1$$

$p_2V=\nu RT$

$p_1V_a=\nu RT_a$

$p_1V_K=\nu RT_K$

$V_a'=V_K'=V$

Азот: $Q=\frac{5}{2}\nu R(T-T_a)$ получил E

Кисл: $Q=\frac{5}{2}\nu R(T_K-T)$ отдал E работы не будет (порш. без трения).

$$T-T_a=T_K-T$$

$$T=\frac{T_a+T_K}{2}\quad T=\frac{500+300}{2}=400\,(K)$$

3) $Q=\frac{5}{2}\cdot\frac{3}{7}\cdot8{,}31\cdot(400-300)=\frac{15\cdot831}{14}=$

☑ 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

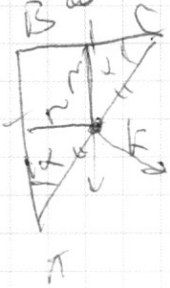
$831 \times 15 = 4155 + 831 = 12465$

$12465{,}0 : 14 = 89{,}35$

$14 \times 8 = 112$, $14 \times 6 = 84$, $14 \times 5 = 70$

Ответ: 831,4 (Дж)

№3.

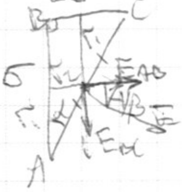


1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$. $\frac{\omega}{r^2}$

$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{\sigma r}{\sqrt{2}\sigma r} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_{k2} = 2E_{k1}$

Ответ: ~~4 в 2 р.~~ ↑ в $\sqrt{2}$ раз

2)



$\alpha = \frac{\pi}{7}$

$E = kq$

$E \sim \frac{1}{r^2}$

$\frac{r_2}{r_1} = \tg\alpha$. $\frac{r_2^2}{r_1^2} = \tg^2\frac{\pi}{7}$.

$\frac{E_{AB}}{E_{BC}} = \frac{\sigma}{r_2^2} \cdot \frac{r_1^2}{2\sigma} = \frac{1}{2\tg^2\frac{\pi}{7}}$

$\tg\beta = \frac{E_{BC}}{E_{AB}} = 2\tg^2\frac{\pi}{7}$. $E = \frac{E_{AB}}{\sin\beta} =$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$\ominus \frac{k\sigma}{r_2^2 \sin(\mathrm{arctg}(2\,\mathrm{tg}^2\frac{\pi}{7}))}, \text{ где } r_2 = \frac{BC}{2}.$$

№4.

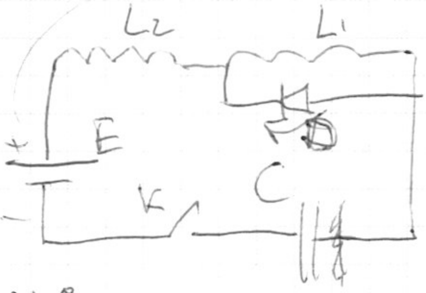
$\mathcal{E}$

$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

C

D



1) $T = 2\pi\sqrt{L_2C}$ — формула Томсона

$$T_1 = \frac{2\pi\sqrt{L_2C}}{2} = \pi\sqrt{L_2C}$$

$$T_2 = \frac{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2} = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$$

$$T = T_1 + T_2 = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2} + \sqrt{L_1+L_2}\right) =$$

$$= \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L} + \sqrt{3L}\right) =$$

$$= \pi\sqrt{LC}\,(1+\sqrt{3}) =$$

$$= (1+\sqrt{3})\pi\sqrt{LC}$$

2) I_{m1} — L_1

Считая источник идеальным

$$W_{Cm} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{(L_1+L_2)I_{m1}^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}^2 = 3LI_{m1}^2$$

$$I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

3) I_{m2} — через L_2, через L_1 ток не идет.

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}^2 = L I_{m2}^2$$

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

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

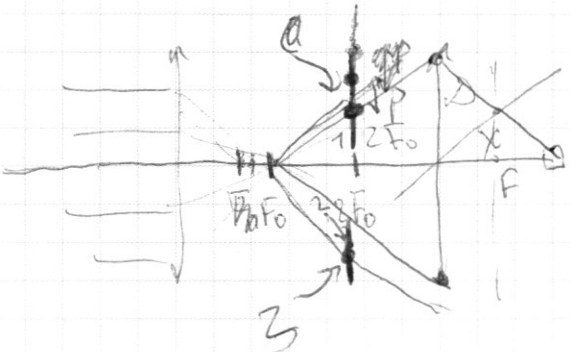
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

$F_1 F_2 F_0$

$l = 3F_0$

$D \ll F_0$



1) $\frac{J_1}{J_0} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{S_1}{S_0} = \frac{3}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{l_1}{l_0} = \frac{3}{4};\ l_0 = D;$

$l_1 = \frac{3}{4} D.$

$l_1 = 2F_1;\ \boxed{F_1 = \frac{3}{8} D}.$

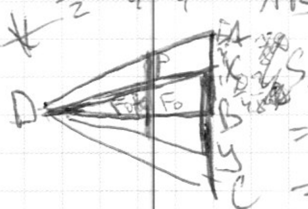
2) Меняется сила тока в фотодетекторе, т.к. уменьшается интенсивность света, т.к. ~~мен~~ уменьшается площадь света, получаемого второй линзой из-за создания тени мишенью.

1) $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{x}$

$\frac{1}{2F_0} = \frac{1}{x}$

$x = 2F_0$

$\frac{D}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$



$AB = XY = BC,$

$S_{ABD} = S_{XYD} = S_{BCD}$, т.к.

$AB = XY = BC.$

t_0 – момент, когда верхний край мишени верхнего луча, относительного l_1 (п.1) достигает ~~главной оптической оси~~ [illegible]

а t_1 – момент, когда верхний край ~~[illegible]~~ мишени достигает нижнего луча, ... (п.2).

Положение 0 соответствует $t_0 = 0$; ~~положение 3 соотв-ет t_3~~

За p обозначим расст-е, которое пролетела мишень из (п.0) до (п.1).

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$p = v\tau_0 \Rightarrow$

~~$\frac{D}{2}$ (по рисунку)~~

$v = \frac{p}{\tau_0}$ ~~$p = v\tau_1 = \frac{D}{2} \cdot \frac{3}{8} D = \frac{D}{8}$~~

~~$v = \frac{D}{8\tau_0}$~~ p, по сути, является длиной мишени.

~~$v = \frac{D}{2\tau_0}$~~

~~$p =$~~

Рисунок #1

~~$p = \frac{1}{2}\left(\frac{D}{2}\right)$ - подобные большие Δ.~~

$p = \frac{1}{2} AX$ - подобные Δ.

$p = \frac{1}{8} D$.

$v = \frac{p}{\tau_0} = \frac{D}{8\tau_0}$

3) $t_1 = \tau_0 + \frac{\left(\frac{D}{8} + \frac{D}{8}\right)}{v}$ t_1 - время, за кот. мишень перейдет из (п.1) в (п.2).

$\underline{t_1 = \tau_0 + \frac{D \cdot 8\tau_0}{4 \cdot D} = 3\tau_0}$

$$\begin{array}{r} \times\ 831 \\ 15 \\ \hline 4155 \\ 831 \\ \hline 12465 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 124650 & 14 \\ \hline -112 & 8903{,}5 \\ 126 & \\ -126 & \\ \hline 50 & \\ -42 & \\ \hline 8 & \end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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