Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

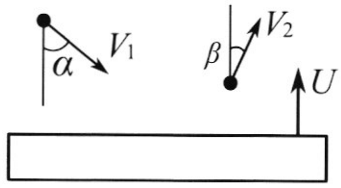
Класс 11

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).

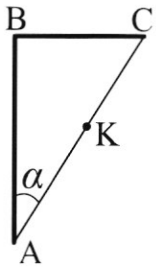
1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

Доделать п.3!!!

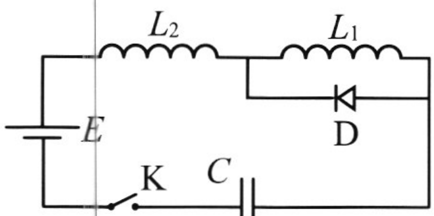
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

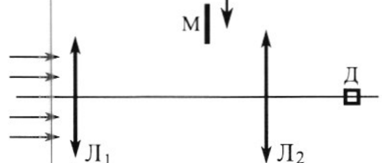


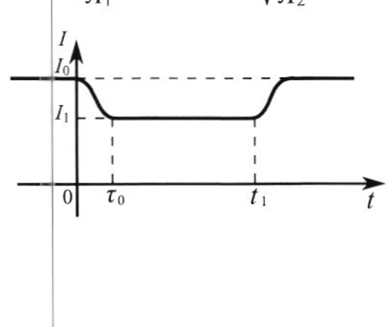
1) Найти период T этих колебаний.

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)»

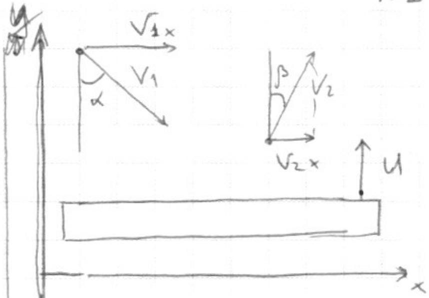
ШИФР

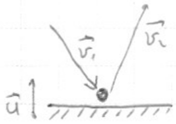
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

U
$V_1 = 8\ \frac{м}{с}$
$\alpha\ (\sin\alpha = \frac{3}{4})$
$\beta\ (\sin\beta = \frac{1}{2})$
1) V_2 — ?
2) U — ?
$(Q > 0)$





1) Запишем ЗСИ по горизонтальной оси для системы плита - шарик (замкнута).

$p_{до} = p_{после} \Leftrightarrow mV_{1x} + MU_x = mV_{2x} + MU_x$

$MU_x = 0$ т.к. $U \perp$ (горизонт. ось)

$\Rightarrow mV_{1x} = mV_{2x} \Rightarrow V_{1x} = V_{2x}$.

$V_{1x} = V_1 \sin\alpha \qquad V_{2x} = V_2 \sin\beta \qquad V_2 = \frac{V_{2x}}{\sin\beta}$

$V_{1x} = V_{2x} \Rightarrow V_2 = \frac{V_{1x}}{\sin\beta} = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} \qquad V_2 = \frac{8\frac{м}{с}\cdot\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12\ (\frac{м}{с})$

2) Введем НСО относительно массивной плиты.
Так как ее масса сильно больше массы шарика, ЗСИ не соблюдается и плита продолжает двигаться с $V = U$.

$(\Delta p_{плиты} \approx 2V_y \cdot m << p_{плиты} = MU$, где $M >> m)$

Так как удар неупругий, то $E_{k1} = E_{k2} + Q \quad (*)$

$E_{k1} = \frac{mV_1^2}{2} = \frac{m(V_x^2 + V_{y1}^2)}{2} \qquad E_{k2} = \frac{m(V_x^2 + V_{y2}^2)}{2}$

$V_x = const \qquad \vec{V}_{y1\,(тпс)} = \vec{V}_{y\,тнс} + \vec{V}_{нсmc} = \underbrace{\vec{V_1}\cos\alpha}_{V_{y\,тнс}} + \vec{U}$

Аналогично $\vec{V}_{y2\,(тпс)} = \underbrace{\vec{V_2}\cos\beta}_{V_{y\,тнс}} + \vec{U}$

По oy: $V_{y1} = -V_1\cos\alpha \mp U = -V_1(\sqrt{1-\sin^2\alpha}) \mp U = -2\sqrt{7} \mp U\ (\frac{м}{с})$

$V_{y2} = V_2\cos\beta \mp U = V_2(\sqrt{1-\sin^2\beta}) \mp U = 6\sqrt{3} \mp U\ (\frac{м}{с})$

Из $(*)$: $E_{k1} > E_{k2}$ т.к. $Q > 0 \Rightarrow \frac{m(V_x^2 + V_{y1}^2)}{2} > \frac{m(V_x^2 + V_{y2}^2)}{2}$

$V_{y1}^2 > V_{y2}^2 \Leftrightarrow (2\sqrt{7} + U)^2 > (6\sqrt{3} - U)^2 \Leftrightarrow 28 + 4\sqrt{7}U > 108 - 12\sqrt{3}U \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow U(12\sqrt{3} + 4\sqrt{7}) > 80 \Leftrightarrow U > \frac{80}{(12\sqrt{3}+4\sqrt{7})} = \frac{80(12\sqrt{3} - 4\sqrt{7})}{320} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$.

$U > 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$. ~~Ответ:~~

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Также u не может превысить конечную скорость тела по Oy.

$V_{2y} = 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$ $\left(\frac{м}{с}\right)$ $u < 6\sqrt{3}$ $\left(\frac{м}{с}\right)$.

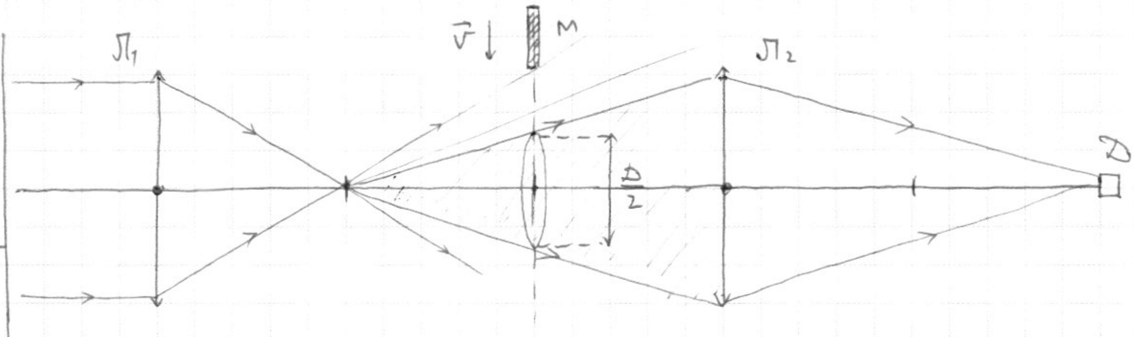
$3\sqrt{3} - \sqrt{7} < u < 6\sqrt{3}$

Ответ: 1) $12\ \frac{м}{с}$
2) $(3\sqrt{3} - \sqrt{7})\ \frac{м}{с} < u <$
$< (6\sqrt{3})\ \frac{м}{с}$

N5.

Л₁ и Л₂
F_0, D
$3F_0 = l$
$D << F_0$
$I_1 = \frac{3}{4} I_0$

1) l (Л₂, Д) — ?
2) V мишени
3) t_1
(F_0, D, τ_0) известны



1) Параллельные лучи пересекаются в фокусе.
=> На F_0 от Л₁ они соберутся в пучок.
Пучок можно считать четким изображением.
Запишем формулу линзы для пучка света и Л₂:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ $f = l$ (Л₂; Д) $d = 2F_0$ (от пучка до Л₂)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} = \frac{1}{2F_0}$ => l (Л₂; Д) $= f = 2F_0$ 1) $2F_0$

2) Свет из пучка, попавший на линзу, на расстоянии $2F_0$ от ~~пер~~ Л₁ (на F_0 от Л₂) в сечении образует круг с $D' = \frac{D}{2}$
(из подобия треугольников с $k=2$, образованных точкой пучка и диаметрами линзы и сечения.)

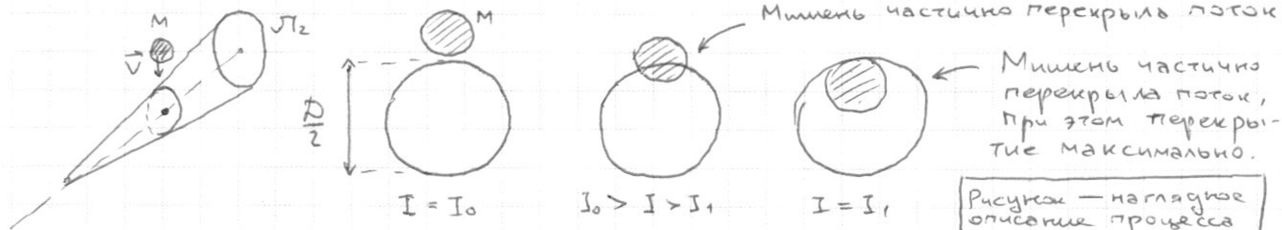


Рисунок — наглядное описание процесса

Т.к. Энергия света $\sim S$, то $\frac{S_{сеч} - S_м}{S_{сеч}} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{3}{4}$ (*)

$S_{сеч} = \pi R_{сеч}^2 = \pi \left(\frac{D}{4}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{16}$

$S_м$ (площадь мишени) $= \pi \left(\frac{D_м}{2}\right) = \frac{\pi D_м^2}{4}$

Подставим в (*): $\frac{\frac{\pi D^2}{16} - \frac{\pi D_м^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{16}} = \frac{3}{4}$ <=> $\frac{D^2 - 4D_м^2}{D^2} = \frac{3}{4}$

$\frac{4D_м^2}{D^2} = \frac{1}{4}$ $\frac{2D_м}{D} = \frac{1}{2}$ $D_м = \frac{D}{4}$.

За T_0 мишень проходит от внешнего касания сечения до внутреннего, то есть, расстояние, равное собственному диаметру.

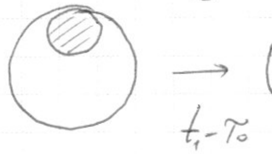
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N5 - прод)

$V = \frac{S}{T}$ $S = \frac{D}{4}$ $T = \tau_0$ $V = \frac{D}{4\tau_0}$

3) $t_1 - \tau_0$ – время, за которое мишень дойдет до края сечения и начнёт выходить за пределы сечения, увеличивая тем самым поток через линзу, повышая ток.



$t_1 - \tau_0 = \frac{S}{V}$ $V = \frac{D}{4\tau_0}$

$S = D_{сеч} - D_M = \frac{D}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$

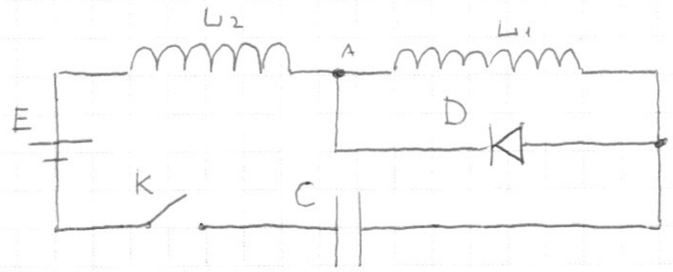
$t_1 - \tau_0 = \frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} = \frac{\frac{D}{4}(4\tau_0)}{D} = \tau_0 \Rightarrow t_1 = 2\tau_0$

Ответ: 1) $2F_0$ 2) $D/(4\tau_0)$ 3) $2\tau_0$

N4.

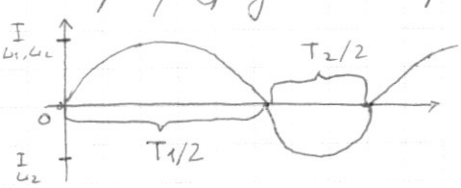
E
$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C, D

1) T – ?
2) I_{m1} – ?
3) I_{m2} – ?



1) При течении тока через $E \to L_2 \to L_1 \to C$ диод перекрыт, значит колебательный контур составлен из C и L, где $L = L_1 + L_2$ по закону последовательного соединения.
При обратном обходе: $U_D = 0$ т.к. диод идеален, а $U = I^2R$, $R = 0$, то есть между A и B $U = 0$ L_1 параллельна диоду, значит $U_{L_1} = 0$ при токе в обратном направлении.

При зарядке конденсатора $T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C} = 2\pi\sqrt{3LC}$
При разрядке ток через L_1 не идет, $T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{LC}$.



$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{LC}(1 + \sqrt{3})$ – общий период колебаний.

P.S. „Частный" период для L_1 равен $T = 2\pi\sqrt{3LC}$

2) I_{m1} (макс.) $\Rightarrow \dot{I}_{L1} = 0 \Rightarrow U_{L1} = 0 \quad (U_{L1} = L\dot{I}_{L1})$

По закону Киргхофа по контуру часовой стрелки:

$E = U_{L2} + U_{L1} + U_c$ Так как L_1 и L_2 образуют последовательным соединением общую катушку, то $U_{L2} = U_{L1} = 0$

$E = 0 + 0 + U_c \qquad U_c = E.$

Запишем закон сохранения энергии:

$$E \cdot q = \frac{L_1 I_{m1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{m1}^2}{2} + \frac{CU^2}{2} \qquad q = C \cdot E \quad (\text{из } C = \frac{q}{U})$$

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

$$I_{m1} = \sqrt{\frac{CE^2}{L_1 + L_2}} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

3) Максимальный ток в L_2 будет при разрядке конденсатора, тоесть, при $I_{L1} = 0$, токе через диод.

I_{L2} max $\Rightarrow \dot{I}_{L2} = 0 \Rightarrow U_{L2} = L\dot{I}_{L2} = 0$

По закону Киргхофа $E = U_{L2} + U_c \cancel{+ 0} = 0 + U_c = U_c$

$U_c = E$. Запишем ЗСЭ:

$$E \cdot q = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \frac{CE^2}{2} \qquad q = C \cdot E$$

$$E^2 C = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \frac{CE^2}{2} \qquad L_2 I_{m2}^2 = CE^2 \qquad I_{m2} = \sqrt{\frac{E^2 C}{L_2}} =$$

$$= E\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Ответ: 1) $\pi\sqrt{LC}\,(1 + \sqrt{3})$ – общий период:

или $2\pi\sqrt{3LC}$ для маленького участка (при $\frac{T}{2} = t$, где t – время хращения тока в 0)

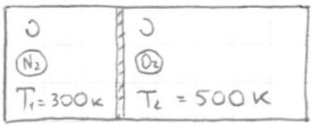
2) $I_{m1} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$ 3) $I_{m2} = E\sqrt{\frac{C}{L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.

$\nu = \frac{3}{7}$ моль
$T_1 = 300K$
$T_2 = 500K$
$C_v = 5R/2$

1) V_1/V_2 — ?
2) T — ?
3) ΔQ — ?



1) Так как поршень двигается медленно и теплообмен не происходит быстро, в любой момент времени $p_1 = p_2$

Пусть в начальный момент $p_1 = p_2 = p_0$

Запишем уравнения Менделеева-Клайперона для N_2 и O_2

① $p_0 V_1 = \nu R T_1$ — N_2 ② $p_0 V_2 = \nu R T_2$

Разделим ① на ②: $\frac{p_0 V_1}{p_0 V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300K}{500K} = 0,6.$

2) В процессе теплообмена один газ совершит работу A над другим, то есть, другой совершит работу $-A$

Система замкнута, справедлив ЗСЭ:

$U_н = U_к + A - A$ $U_{1н} + U_{2н} = U_{1к} + U_{2к}$.

$\cancel{C_v} \nu_1 T_1 + \cancel{C_v} \nu_2 T_2 = \cancel{C_v} \nu_1 T + \cancel{C_v} \nu_2 T$ $(\nu_1 = \nu_2 = \nu)$

$\cancel{\nu} T_1 + \cancel{\nu} T_2 = \cancel{\nu} T + \cancel{\nu} T \Leftrightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ $T = \frac{300K + 500K}{2} =$

$= \frac{800K}{2} = 400K$

3) $\Delta U_1 = U_{2к} - U_{2н} = C_v \nu T - C_v \nu T_1 =$

$= \frac{5}{2} \nu R (T - T_1)$ $\Delta U_1 = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot 100K = \frac{15}{14} \cdot 831 \approx 890,3$ (Дж)

$[\Delta U_1] = \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot моль \cdot K = Дж$

$|\Delta U_2| = |\Delta U_1| = |C_v \nu (T - T_2)|$ т.к. $|T - T_2| = |T - T_1|$

Отсюда, с учетом знаков по закону т.д:

$Q = A_1 + \Delta U_1$ $Q = A_2 + \Delta U_2$ $A_2 = -A$, $A_1 = A$

С учетом знаков: $Q = A + \Delta U_1 = -A + \Delta U_2$

$2Q = \Delta U_1 + \Delta U_2$ $Q = \frac{\Delta U_1 + \Delta U_2}{2} = \frac{2\Delta U_1}{2} = \Delta U_1 = 890,3$ Дж.

Ответ: 1) 0,6
2) 400K
3) 890,3 Дж

№3.

$AB \perp BC$

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

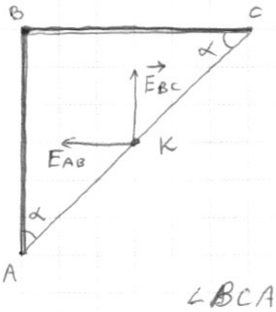
$\frac{E_2}{E_1}$ − ?

2) $\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \pi/7$

E_K − ?

1) 

Когда заряжена только BC:

~~$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~ ~~Вектор направлен перпендикулярно пластине~~

$E_1 = E_{BC}$ перпендикуляр из K на BC лежит в середине, значит $E_1 \perp BC$

$\angle BCA = 180° - \angle ABC - \alpha = 90° - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} = \alpha$

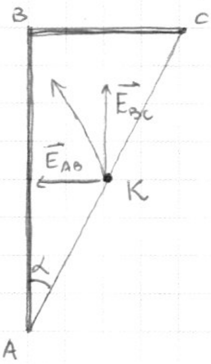
В силу симметрии $E_{AB} = E_{BC}$, $\vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC}$

По принципу суперпозиции: $\vec{E}_2 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$

$$E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2E_{BC}^2} = \sqrt{2E_1^2} = \sqrt{2}\,E_1$$

Напряженность увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

2) $\angle\alpha = \frac{\pi}{7}$ $\quad \sigma_1 = 2\sigma \quad \sigma_2 = \sigma$.



При $\alpha = \frac{\pi}{7}$ $\sin\alpha \approx \frac{1}{2}\cos\alpha$.

~~Пластины не бесконечны по бокам~~

$\cancel{E} =$

$$E_{BC} = \frac{\sigma_{BC}}{\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{\frac{4\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{5}$$

Вектор напряжённости направлен в точку B.

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{5}$.

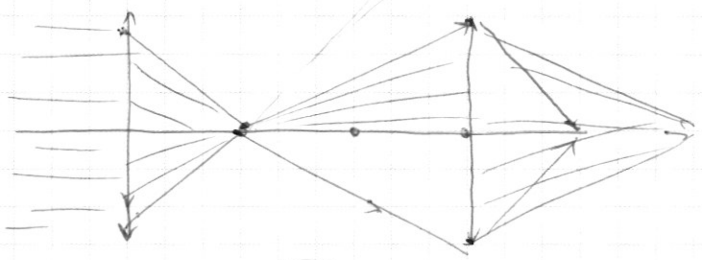
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

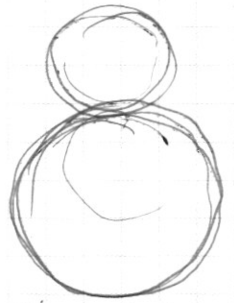


$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$

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

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} = \frac{1}{2F_0}$

$f = 2F_0$



$C = \frac{q}{U}$

$q = C\cdot E$

$2\pi\sqrt{LC}$

$\mathcal{E}_{само} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\sqrt{LC} = \sqrt{\frac{\Delta\Phi}{\Delta I}\cdot\frac{q}{U}} = \sqrt{\frac{\Phi\Delta t}{q}\frac{q}{U}} = \sqrt{\frac{\Phi\Delta t}{U}} =$

$\sqrt{\frac{B\cdot S\cdot q}{A}}$

$\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$

$E\Delta q = \frac{3LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$ $T = 2\pi\sqrt{LC}$

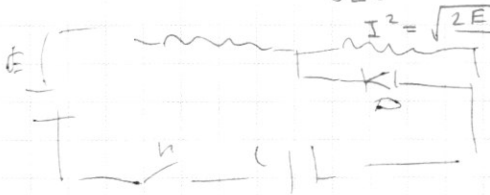
$2E\Delta q = 3LI^2 + CE^2$

$3LI^2 = 2E\Delta q - CE^2$

$I^2 = \sqrt{\frac{2E\Delta q - CE^2}{3L}}$

$\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} + \frac{3LI^2}{2}$

$\frac{CU^2}{2}$



$\frac{LI^2}{2}$

$I_{max}: U_{L_1} = 0$

$\Rightarrow E = U_C$

$\frac{2\pi\sqrt{L_2C}}{2} + \frac{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2} =$

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

$\pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2} + \sqrt{L_1+L_2}\right)$

$\sqrt{L} + \sqrt{3L}$

$E\Delta q = \frac{CU^2}{2}$

$E\Delta q = \frac{CE^2}{2}$

$\Delta q = \frac{CE}{2}$

$C(\mathcal{E}^2 + 2U\mathcal{E}) = LI^2$

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

$C\frac{(U+\mathcal{E})^2}{2} = C\cdot\frac{U^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$

$C\frac{(U^2+\mathcal{E}^2+2U\mathcal{E}-U^2)}{2} = \frac{LI^2}{2}$

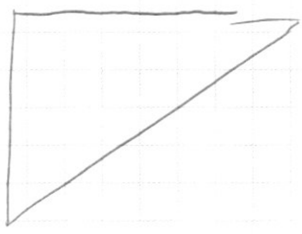
$C\mathcal{E}^2 + 2U\mathcal{E} = \mathcal{E}\Delta t\cdot I$

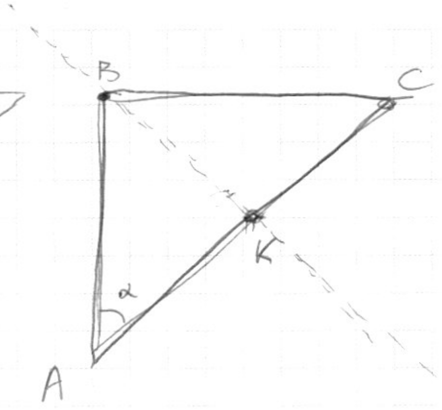
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

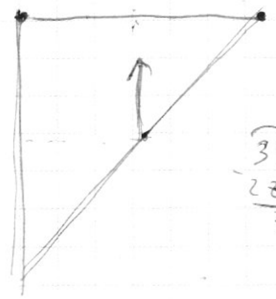




$2\sqrt{7}+u > 6\sqrt{3}-u$.

$2u > 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$

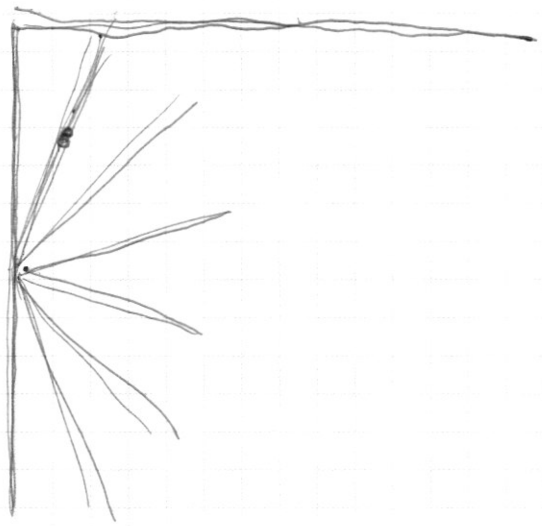
$u > 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$.

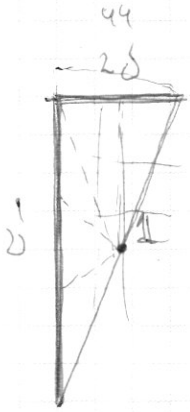


0,44

$$\begin{array}{r|l} 314 & 7 \\ \underline{28} & 44 \\ 34 & \end{array}$$

44





$\frac{\pi}{7} = \frac{3,14}{7} =$

$=$

$0,4 \cdot 0,4 = 0,16$

$1 - 0,16 = 0,84$.

$\cancel{E = \frac{\varepsilon_0 S}{d}}$

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

$u = \frac{A}{q}$

$\frac{q}{u} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

$E \cdot \cancel{q} \cdot d$

$u = \frac{qd}{\varepsilon_0 S}$

$E \cdot \cancel{d} = \frac{q\cancel{d}}{\varepsilon_0 S}$

$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S}$

$q = \sigma \cdot S$

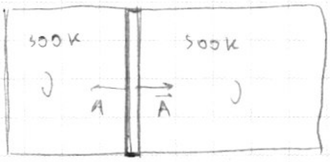
$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



Азот Кислород

$p_1 = p_2 = p_0$

$p_N V_N = \nu_N R T_N$

$p_0 V_0 = \nu_0 R T_0$

$p_N = p_0 = p_1$

$\nu_N = \nu_0 = \nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_N = T_1 \quad T_2 = T_0$

Из-за медленного движения $p = const$

$pV_N = \nu R T_1$

$pV_0 = \nu R T_2$

$\frac{pV_N}{pV_0} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} \Leftrightarrow \frac{V_N}{V_0} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300K}{500K} = \frac{3}{5}$

ЗСЭ: $\Delta Q = A + \Delta U$

$-A - A + \Delta U_N - \Delta U_0 = 0 \Leftrightarrow \Delta U_N - \Delta U_0 = 0$

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

$T - T_1 = T - T_2 \Leftrightarrow T_1 - T_2 =$

$\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T + \frac{5}{2}\nu R T + A - A =$

$\Leftrightarrow T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300 + 500}{2} = 400\ (K)$

$\Delta Q = C\nu\Delta T = \frac{5}{2}R\nu T$

$Q = A + \Delta U$

$-Q = -A - \Delta U$

$\Delta U + A = Q$

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

$12465 : 14 = 890$ (остаток 5)

$831 : 14 = 59{,}0$ (остаток 5)

$\Delta U_N = \frac{5}{2}\nu R T - \frac{5}{2}\nu R T_1 =$

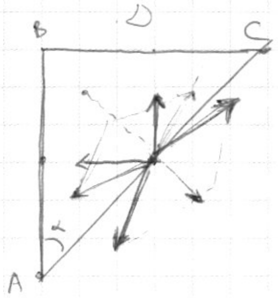
$= \frac{5}{2}\nu R (T - T_1) =$

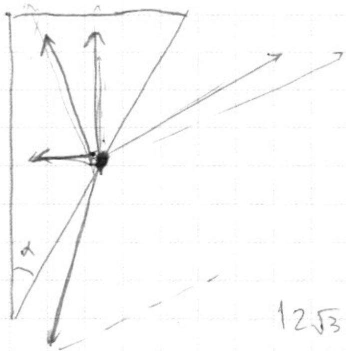
$= \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 100 =$

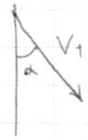
$= \frac{15}{14} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = \frac{15}{14} \cdot 831$

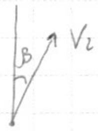
$\sqrt{\frac{c}{3L}} = \sqrt{\frac{q}{U \cdot \Delta\Phi}} = \sqrt{\frac{q^2}{\Delta t \cdot U \cdot \mathcal{E}\Delta t}} = \frac{Кл}{В \cdot с} = \frac{А}{В}$

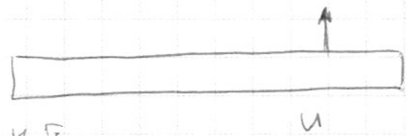
$\frac{\Phi}{\Delta t} = \mathcal{E}$. $\Phi = \mathcal{E}\Delta t$







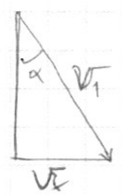




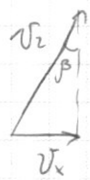
$\frac{12\sqrt{3} - 4\sqrt{7}}{4} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}.$

$432 - 112 = 320.$

$\cancel{2}8 - 36 \cdot 3$



$V_1 = \frac{V_x}{\sin\alpha}$ $\quad V_x = V_1 \sin\alpha$



$V_2 = \frac{V_x}{\sin\beta} = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} =$

$144 \cdot 3 = 432.$

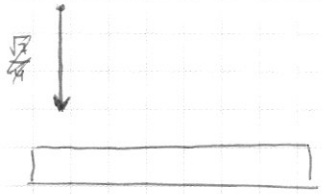
$16 \cdot 7 =$

$= 160 - 48 = 112.$

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

$\frac{9}{16} + \cos^2 = 1$

$\cos^2 = \frac{7}{16} \quad \cos = \frac{\sqrt{7}}{4}.$



$V_{1y} = V_1 \cos\alpha =$

$V_{2y} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 12 = 6\sqrt{3}$

$\frac{\sqrt{7}}{4} \cdot 8 = 2\sqrt{7}.$

$\frac{80(12\sqrt{3} - 4\sqrt{7})}{144 \cdot 3 - \cancel{28}\,16 \cdot 7} = $

$V_{y_н} = V_{1y} + U$ $\qquad V_{y_к} = V_{2y} - U$

т.к. удар неупр. $\cancel{V_{yн}}$ $V_{1y} + U > V_{2y} - U.$

$2U < V_{2y} - V_{1y}.$?

$28 - \cancel{4\sqrt{}}\ 4\sqrt{7}U + U^2 >$

$28 + 4\sqrt{7}U + \cancel{U^2} > 108 - 12\sqrt{3}U + \cancel{U^2}$

$U(4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}) > 80.$ $\qquad 2\sqrt{7} + U > 6\sqrt{3} - U$

$U > \frac{80}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}}$ $\qquad U > \frac{40}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}$ $\qquad U > \frac{6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}}{2}.$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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