Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

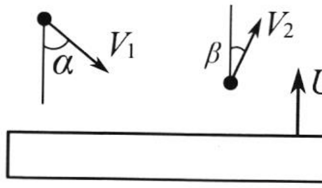
Класс 11

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.

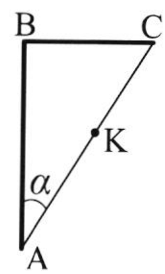
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ 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?

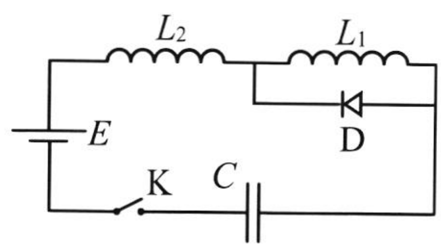
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.

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.

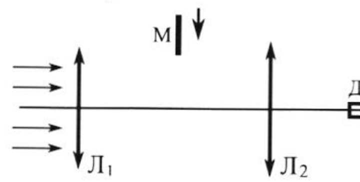


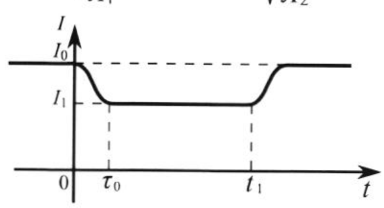
1) Найти период T этих колебаний.

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.

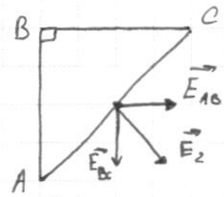
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) Как известно напряженность бесконечной заряженной пластины не зависит от положения от неё в пространстве: $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



Из рисунка видно, что треугольник векторов прямоугольный и равнобедренный, ведь

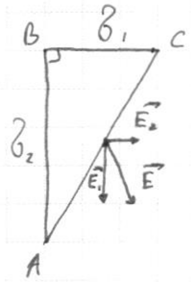
$|\vec{E}_{AB}| = |\vec{E}_{BC}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow |\vec{E}_2| = \sqrt{2}\,|\vec{E}_{AB}|$ (из принципа суперпозиции для напр.)

В то же время, если пластина AB не заряженна, то поле создает только $BC \Rightarrow$

$\Rightarrow |\vec{E}_1| = |\vec{E}_{BC}|$

Итого: $\frac{|\vec{E}_2|}{|\vec{E}_1|} = \sqrt{2}$

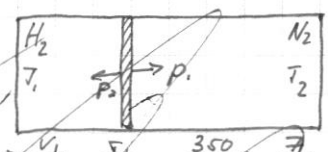
2) Опять таки воспользуемся свойством суперпозиции для напр. $\Rightarrow$



$\Rightarrow |\vec{E}| = \sqrt{|\vec{E}_1|^2 + |\vec{E}_2|^2} = \sqrt{\frac{9\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{10}$

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

№2 суммарный объем всегда const.



1) $pV = \nu RT$. Изначально поршень не двигался $\Rightarrow p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$

2) Так как сосуд теплоизолирован, то тепло уходящее от азота передается водороду. Работы газов по модулю равны, т.к. поршень двигается ~~не~~ меняется объем.

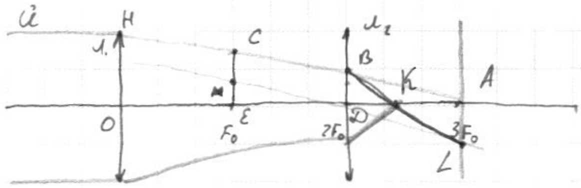
$Q = A_1 + \Delta U_1 = -A_2 + \Delta U_2 \Rightarrow 2A_2 = \Delta U_2 - \Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_2 - \frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2 - T_к + T_1) =$

$= \underbrace{\frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)}_{<0 \Rightarrow A = A_2}$; $C_0\nu\Delta T_1 = -A_2 + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{-\frac{3}{4}\nu R(T_1 - T_2)}{\frac{5}{2}\nu R - \frac{3}{2}\nu R} = -\frac{3}{4}(T_1 - T_2)$

$T_к = -\frac{3}{4}T_1 + \frac{3}{4}T_2 + T_1 = \underline{\frac{1}{4}T_1 + \frac{3}{4}T_2} = \frac{1}{4}\cdot 350 + \frac{3}{4}\cdot 550 = \frac{1}{4}(350 + 1650) = 2000/4 = 500\ K$

3) $\underline{Q = \frac{5}{2}\nu R(T_к - T_1)} = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{831}{100}\cdot 150 \approx 2671$ Дж. Ответ: 1) $\frac{7}{11}$; 2) 500K; 3) 2671 Дж

№5



1) Как известно, если лучи света параллельны главной оптической оси, то они пересекают ее в фокусе линзы. Пусть после преломления в Λ_1 луч пересекает Λ_2 в т. B.

Проведем прямую парал. AB через D. Пусть она пересечет фокальную плоскость в т. L. Тогда после преломления луча в Λ_2 луч станет BL.

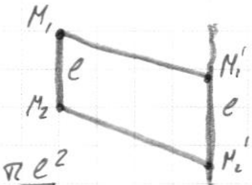
Итог. луч света a – ломанная HBL, которая пересекает ГОО в K.

Рассмотрим $\triangle ABD$ и $\triangle AOH$: $\frac{AD}{AO} = \frac{DB}{OH} \Rightarrow BD = \frac{D}{2} \cdot \frac{F_0}{3F_0} = \frac{D}{6}$

$BDAL$ – параллелограмм $\Rightarrow BD = AL$; $\angle BDK = \angle KAL$; $\angle DBK = \angle KLA \Rightarrow$

$\Rightarrow \triangle BDK = \triangle KAL \Rightarrow DK = \frac{AD}{2} = \frac{F_0}{2}$. $\Rightarrow$ Детектор находится от Λ_2 на $\frac{F_0}{2}$.

2) $I \sim P_{света} \sim S_{света}$; Площадь „светлого пятна в $\Lambda_2 = S = \frac{\pi D^2}{36}$

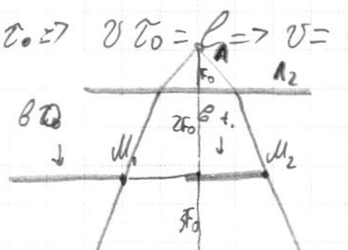


Пусть диаметр $M = \ell$, тогда радиус „тени" в линзе Λ_2 $\approx \frac{\ell}{2}$, так как лучи „примерно параллельны" и изменениями размера можно пренебречь $\Rightarrow S_n = \frac{\pi \ell^2}{4}$

$S_{света} = \frac{\pi D^2}{36} - \frac{\pi \ell^2}{4} = \frac{\pi}{36}(D^2 - 9\ell^2)$; Пусть $I_1 = k S_{света} \Rightarrow$
$I_0 = kS$

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{\pi}{36}(D^2-9\ell^2)}{\frac{\pi}{36}D^2} \Rightarrow \frac{5}{9} = \frac{D^2-9\ell^2}{D^2} \Rightarrow 5D^2 = 9D^2 - 81\ell^2 \Rightarrow 81\ell^2 = 4D^2 \Rightarrow \ell = \frac{2D}{9}$

Мишень полностью вошла в область света за $\tau_0 \Rightarrow v\tau_0 = \ell \Rightarrow v = \frac{2D}{9\tau_0}$



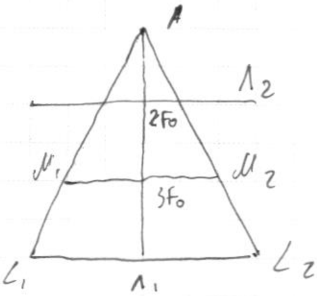
3) В момент τ_0 Мишень прикоснулась к светлой области; В t_1 Мишень начала выходить из нее $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Мишень прошла M_1M_2 за t_1

$\triangle AM_1M_2 \sim \triangle AL_1L_2 \Rightarrow \frac{M_1M_2}{L_1L_2} = \frac{2F_0}{3F_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow M_1M_2 = \frac{2}{3}D \Rightarrow vt_1 = \frac{2}{3}D \Rightarrow t_1 = \frac{2}{3}D \cdot \frac{9\tau_0}{2D} = 3\tau_0$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$; 2) $v = \frac{2D}{9\tau_0}$; 3) $3\tau_0$



[Примечание: Важно отметить, что Мишень так же располагается в фокальной плоскости, для пункта (2)]

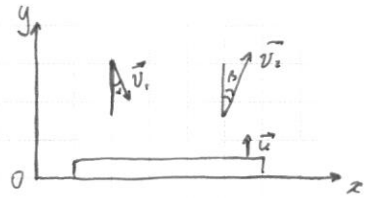
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 1) Так как удар был неупругий, то мы не можем работать с ЗСЭ и ЗСИ

Введем прямоугольную систему координат.



По OX скорость тела измениться не должна, ведь плита гладкая и движется вертикально вверх. значит никаких сил по OX нет:

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \cdot \frac{3}{2} = 18$ м/с

2) Рассмотрим теперь значения скоростей в проекции на ось OY:

$-v_1 \cos\alpha \rightarrow v_2 \cos\beta \quad [\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2};\ \cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}]$

$-6\sqrt{3}$ м/с $\rightarrow 12\sqrt{2}$ м/с

$u_1 = (12\sqrt{2} + 6\sqrt{3})$ м/с $\Leftarrow$ шарик прилип по OY к пластине, но движется по OX

Второй вариант: шарик меняет направление и вместе с тем получает скорость:

$u_2 = (12\sqrt{2} - 6\sqrt{3})$ м/с $\Leftarrow$ шарик просто отскочил от пластины.

Это два граничных положения шарика $\Rightarrow u \in [12\sqrt{2} - 6\sqrt{3};\ 12\sqrt{2} + 6\sqrt{3}]$

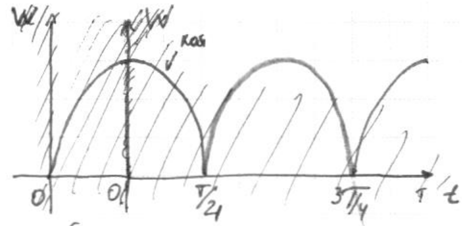
т.к некоторая часть от удара будет переходить в тепло, а остальное в кин. энергию шарика

Ответ: 2) $u \in [12\sqrt{2} - 6\sqrt{3};\ 12\sqrt{2} + 6\sqrt{3}]$ м/с

1) 18 м/с $= v_2$

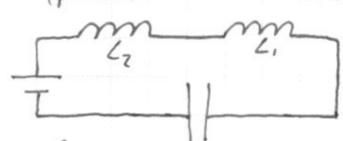
№4

1) Рассмотрим повнимательней участок цепи с L_1 и D.
Когда ток идет „по часовой стрелке", то D не играет никакой роли.
В то время, когда конденсатор полностью заряжен у катушек, накопившееся магнитное поле, пускает ток „против часовой" стрелки". Но, как только катушка L_1 „разряжается" ток начинает идти по D. Т.е. нарисуем график зависимости $W(t)$. (рис. 1)



(рис. 1)

То есть приходим к простой схеме. (рис. 2)



(рис. 2)

Период колебаний такой системы мы считать умеем $T=2\pi\sqrt{L_0C}$, где $L_0=3L+4L=7L$
$T=2\pi\sqrt{7LC}$ - но это лишь ~~четверть~~ половина периода $\Rightarrow$
$\Rightarrow t_1=\frac{2\pi}{2}\sqrt{7LC}=\pi\sqrt{7LC}$

Следующее время $t_2 \to$ (рис. 3)

(рис. 3)

$T=2\pi\sqrt{3LC} \Rightarrow t_2=\pi\sqrt{3LC}$ ← нам интересна лишь половина периода.

Итого: $T=t_1+t_2=\pi\sqrt{LC}(\sqrt{7}+\sqrt{3})$

2) Суммарная энергия в таких колебаниях всегда будет $q\mathcal{E}=\frac{U_m\mathcal{E}}{C}=CU_m\mathcal{E}=C\mathcal{E}^2$

В первой части колебаний: $\cancel{\frac{WI_m^2}{2}}+\cancel{\frac{WI_2^2}{2}}$ $\frac{L_1I_1^2}{2}+\frac{L_2I_1^2}{2}+\frac{C\mathcal{E}^2}{2}=\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{1}}\Rightarrow$

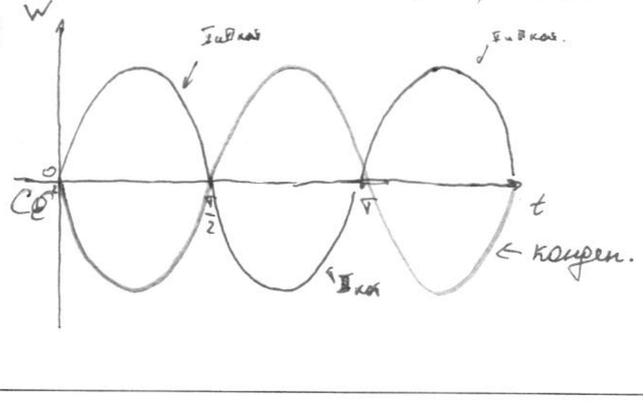
$\Rightarrow I_1^2\left(\frac{L_1}{2}+\frac{L_2}{2}\right)=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}\Rightarrow I_1=\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L_1+L_2}}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3) Во второй части колебаний: $\frac{L_2I_2^2}{2}+\frac{\mathcal{E}^2C}{2}=C\mathcal{E}^2\Rightarrow I_2^2=\frac{C\mathcal{E}^2}{L_2}$

$I_2=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$, ясно, что $I_2>I_1$ т.к. $3<7\Rightarrow\frac{1}{3}>\frac{1}{7}$

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

(рис. 1)



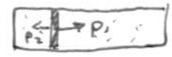
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1) $pV=\nu RT$. Т.к поршень изначально в равновесии, то $p_1=p_2 \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{7}{11}$



2) $dA+\frac{3}{2}\nu R dT = C_v\cdot\nu\cdot dT \Rightarrow dA = \frac{5}{2} R\nu dT - \frac{3}{2}\nu R dT = \nu R dT$

Когда система станет равновесной, то $p_1=p_2$ и $T_1=T_2 \Rightarrow$
$\Rightarrow V_1=V_2 \Rightarrow \Delta V = \frac{9}{18}V - \frac{7}{18}V \Rightarrow \frac{V}{9}$ $\quad (V_1=\frac{7}{11}V_2;\ V_1+V_2=V)$

При dA посчитаем, что p-const $\Rightarrow dA=p\,dV \Rightarrow \frac{V}{9}p=\nu R\Delta T$

$A_1+\frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 = -A_1+\frac{3}{2}\nu R\Delta T_2 \Rightarrow 2A_1=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$

Т.к. газы оба идеальны, а так же имеют одинаковое количество, то $T=\frac{T_1+T_2}{2}=450K$;

3) $dA+\frac{3}{2}\nu R dT=\frac{5}{2}\nu R dT=\frac{5}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{831}{100}\cdot\frac{450}{1}\approx 8013$ Дж.

Ответ: 1) $\frac{7}{11}$; 2) 450 K; 3) 8013 Дж.

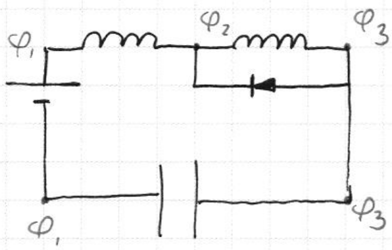
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

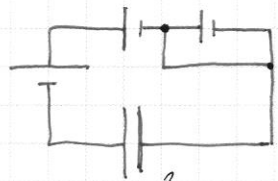
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

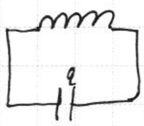




$T = 2\pi\sqrt{LC}$

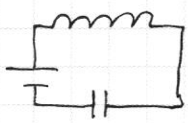
Закон К-офа: $\mathcal{E} - \mathcal{E}_{si_1} - \mathcal{E}_{si_2} = U$

$\frac{5}{2} \cdot \frac{63}{7} \cdot \frac{831}{100} \cdot 4500$



$CU = q$

$-CL\frac{dI}{dt} = q \Rightarrow \ddot{q} = -\frac{1}{CL}q \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{CL} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{LC}$

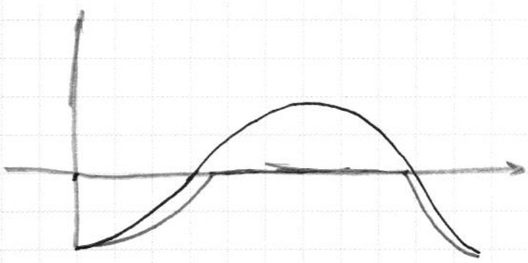


$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{si} + CU \Rightarrow \mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt} + CU \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\frac{q}{C} - \mathcal{E}}{-L} = -\frac{q}{LC} + \frac{\mathcal{E}}{L}$

$\ddot{q} = -\frac{1}{LC}q + \frac{\mathcal{E}}{L}$

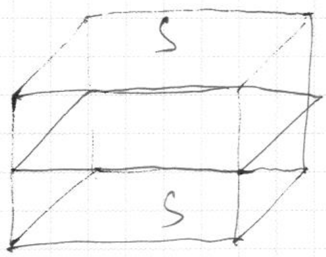
~~0: q = q; U = U~~

~~$\frac{\pi}{2}$: q = 0;~~



$\frac{550}{350}$

$\frac{550+350}{2} = 450$



$S_1 = 2S$; $\Phi = ES_1 = \frac{Q_{вн}}{\varepsilon_0}$

$\sigma S = 2ES\varepsilon_0 \Rightarrow$

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

$5 \cdot 6 \cdot 831 \cdot$

$-U - \frac{3}{4}\nu RT_1 + \frac{3}{4}\nu RT_2 + \frac{3}{2}\nu RT_k - \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_2)$

$-\frac{3}{4}\nu RT_1$

$-3T_1 + 3T_2 + 8T_k - 8T_2 = 10T_k - 10T_2$

$V_1 = \frac{7}{18}$

$4T_k = 7T_2 - 3T_1 \Rightarrow T_k = \frac{7 \cdot 550 - 3 \cdot 350}{4} =$

$= \frac{3850 - 1050}{4} = \frac{2800}{4} =$

$V_1 p_1 = \nu T_1 \Rightarrow \frac{1}{9} = T_1 \Delta T$

$\frac{1}{9} = T_1(T_k - T_1)$

$T_k = \frac{1}{9T_1} + T_1 = \frac{1}{9 \cdot 350} + 350 = \frac{1 + 350^2 \cdot 9}{350}$

☑ 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)»

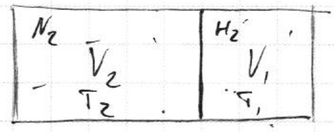
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$pV = \nu RT \Rightarrow p - const \Rightarrow$

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



Когда T - одинак $\Rightarrow$ $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$

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

$2A = \frac{3}{2}\nu R(T_K - T_2 - T_K + T_1)$

$A = \frac{3}{4}\nu R(T_1 - T_2)$

$\frac{3}{2}\nu R \Delta T_1 + A = C_V \nu \Delta T_1$

$\Delta T_1 = \frac{-A}{\cancel{C_V \nu}}$

$\Delta T_1 = \frac{-A}{\frac{3}{2}\nu R - \frac{5}{2}\nu R} =$

$= \frac{\frac{3}{4}\nu R(T_1 - T_2)}{-\nu R} =$

$T_K - T_1 = \frac{3}{4}(T_2 - T_1)$

$T_K = \frac{3}{4}T_2 + \frac{T_1}{4} =$

$= \frac{3}{4} \cdot 550 + \frac{350}{4} =$

$= 3(137{,}5 + 87{,}5) =$

$= 3 \cdot 5$

$1650 + 350 = \frac{2000}{4} = 500$

$Q = \frac{5R}{2}\nu \cdot (T_K - T_1) =$

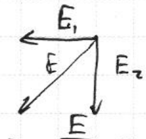
$= \frac{5R\nu}{2}(150) =$

$= 75 \cdot 5 \cdot R \cdot \frac{6}{7} =$

$= \frac{75 \cdot 5 \cdot 8{,}31 \cdot 6}{7 \cdot 100}$

№3

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



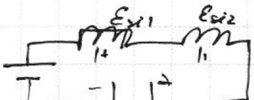
$\Rightarrow E = \sqrt{2}\,E_0$

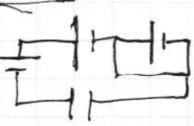
Изначально: $E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; затем $E = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow \frac{E}{E_0} = \sqrt{2}$

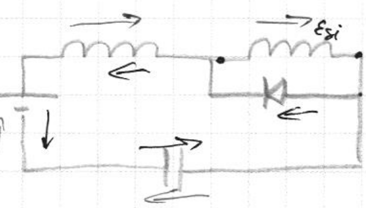
$E_1 = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow E_1 = 3E_2$

$E = \sqrt{9E_2^2 + E_2^2} = E_2\sqrt{10}$

№4 1) $\mathcal{E}$

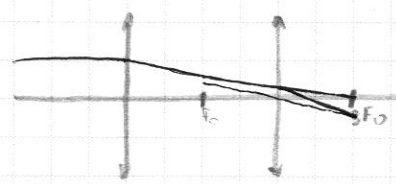


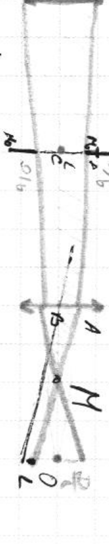




№5

$I \sim P$





$\Delta OBA \sim \Delta OFE \Rightarrow \frac{OB}{OF} = \frac{AB}{FE} \Rightarrow D = \frac{2AB}{3}$

$\Rightarrow AB = \frac{D}{6}$

$AO \parallel BL \Rightarrow ABOL$ - параллелограмм $\Rightarrow OL = AB$

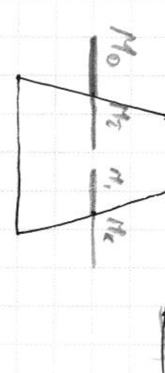
$\Delta MOL = \Delta ABM \Rightarrow BM = \frac{BO}{2} = \frac{F_0}{2}$

$\ell = D - \frac{D}{3} = \frac{2}{3}D$

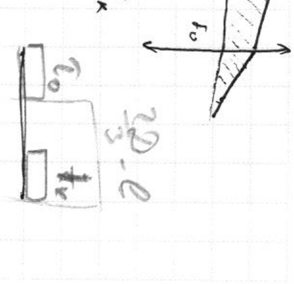
$P = kS$: $S_m = \frac{\pi \ell^2}{4}$;

Возмерпасимы $\ell = v(\tau_0)$ т.е. когда масса прошла $\ell - \frac{D}{6} + \frac{2}{3}D - (\ell - \frac{D}{6})$; t_k

$2\ell + \frac{1}{3}D$; t_k



t_0 τ_0 t_1 t_k

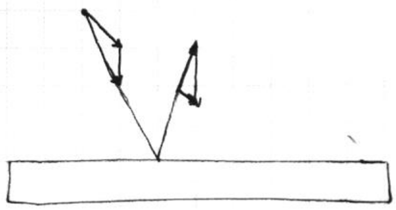


☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



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

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

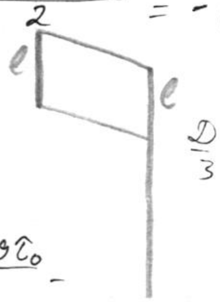
По ОЯ скорость не меняется => $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

~~$m v_1 \cos\alpha + Mu = Mu$~~ $\quad v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \cdot \frac{3}{2} = 18$ м/с

По ОЯ: ~~$m v_1 \cos\alpha + Mu$~~ $\quad v_1 \cos\alpha = 6\sqrt{3}$; $v_2 \cos\beta = 12\sqrt{2}$

$v_1 \cos\alpha + u = -(v_2 \cos\beta + u) \Rightarrow v_1\cos\alpha + v_2 \cos\beta = -2u$

$u = -\frac{6\sqrt{3}+12\sqrt{2}}{2} = -(3\sqrt{3}+6\sqrt{2})$



$t_k - \tau_0 = t_1$

$v(t_k - \tau_0) = \frac{2}{3}D - l$

$t_k = \frac{2D}{3v} - \frac{l}{v} + \tau_0 = \frac{2D \cdot 9\tau_0}{3 \cdot 2D} -$

$- \tau_0 + \tau_0 = 3\tau_0$

$\Rightarrow I_0 = k \frac{\pi D^2}{9 \cdot 4}$

$I_1 = k\left(\frac{\pi D^2}{36} - \frac{\pi l^2}{4}\right)$

$\frac{5}{9} \cdot \frac{\pi D^2}{9 \cdot 4} = \frac{9}{9} \frac{\pi D^2}{36} - \frac{\pi l^2}{4}$

$\frac{5\pi D^2 - 9\pi D^2}{36 \cdot 9} = -\frac{\pi l^2}{4} \Rightarrow$

$C = \frac{q}{u} \Rightarrow u = \frac{q}{C}$

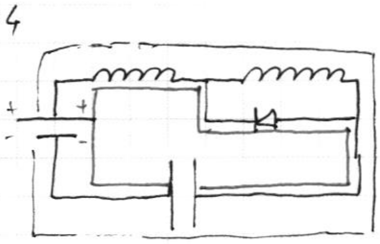
$q = Cu$

$\Rightarrow l^2 = \frac{4 \cdot 4 D^2}{36 \cdot 9} = \frac{4D^2}{9^2}$

$l = \frac{2D}{9}$

$v = \frac{l}{\tau_0} = \frac{2D}{9\tau_0}$

№4



„Вперед": $\mathcal{E} = \frac{5 L dI}{dt} + \frac{q}{C}$

В конце: $\mathcal{E} = \frac{q}{C} \Rightarrow q = C\mathcal{E}$

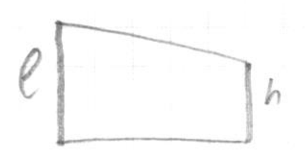
$A = \frac{I_1 L}{2} + |I| \; W_1 + W_2 + W_C$

$q\mathcal{E} = W_1 + W_2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = W_1 + W_2 \Rightarrow W_2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$4W + 3W = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} \Rightarrow W = \frac{\mathcal{E}^2 C}{14} \Rightarrow 3W = \frac{3\mathcal{E}^2 C}{14} \Rightarrow 3W = \frac{3\mathcal{E}^2 C}{14}$

$W = \frac{LI^2}{2}$ $\quad \frac{dI}{dt} = -\omega^2 A \Rightarrow a = -\omega^2 A$

$\frac{I_1^2}{2} = \frac{3W}{2} \Rightarrow I_1 = \sqrt{3W} = \sqrt{\frac{3\mathcal{E}^2 C}{14}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{3C}{14}}$



$\Phi = \frac{Q}{\varepsilon_0} = \frac{S\sigma}{\varepsilon_0}$; $E(2S) = \frac{S\sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\frac{3 \cdot 831 \cdot 150}{7 \cdot 7 \cdot 20}$ $\quad \frac{831 \cdot 45}{14}$

831 · 45 = 4155 + 3324 = 37395; 37395 : 14 = 2671,0...

28, 93, 84, 99, 98, 15, 14, 1

$-6\sqrt{3}$; $12\sqrt{2}$

$-6\sqrt{3}m + Mu = (m \cdot 12\sqrt{2}) + Mu$