Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

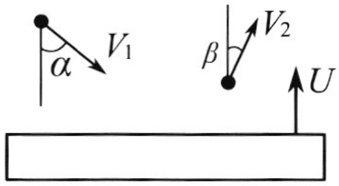
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ 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.



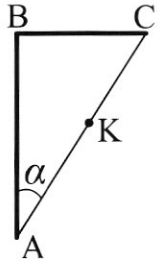
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

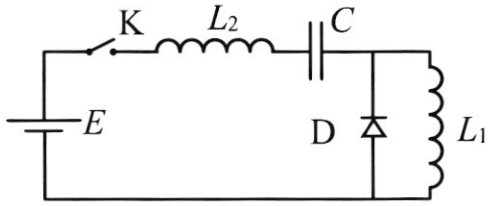
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

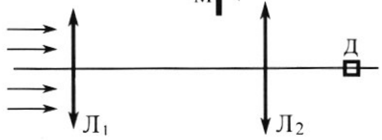
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

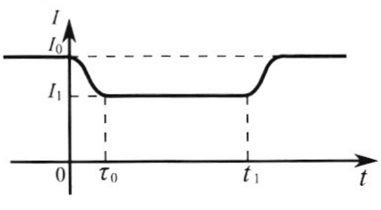
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями L_1 = $3L$, L_2 = $2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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.

N1

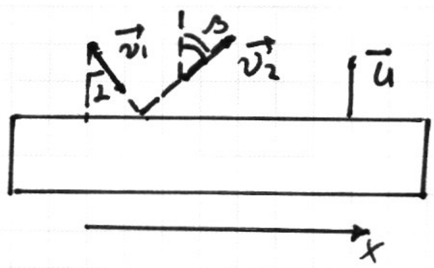
$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

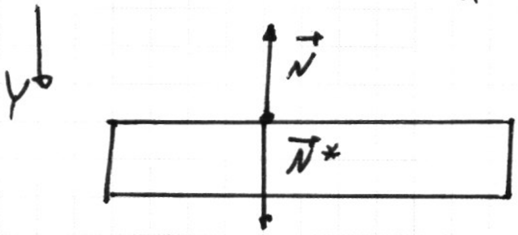
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$v_2 = ?$

„До"



„Во время"



1) Рассмотрим систему „шарик + плита". Силой тяж. за малое время можно пренебречь по OX => верен ЗСИ OX: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

2) 2ЗН для плиты: OY: $\vec{N}^* = M\vec{a}_n$, где M - масса плиты; $\vec{N}^*$ - вертикальна т.к трения нет => скорость плиты после соуд ост. вертикальной.

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6\ \frac{м}{с} \cdot \frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 1} = 12\ \frac{м}{с}$$

2) По ЗСЭ для сист. „шарик + ~~мал~~ плита":

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + A_{вн} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{M(u+\Delta u)^2}{2} \quad |\times 2$$

$$mv_1^2 + \cancel{Mu^2} + 2A_{вн} = mv_2^2 + \cancel{Mu^2} + 2Mu\Delta u + \cancel{M\Delta u^2}$$

где m - масса шарика.

3) Т.к. за время соуд. дейст. силы тяжести можно не учитывать => => верен ЗСИ в проекцию на ось Y.

OY: $mv_1\cos\alpha - Mu = -mv_2\cos\beta - M(u+\Delta u)$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

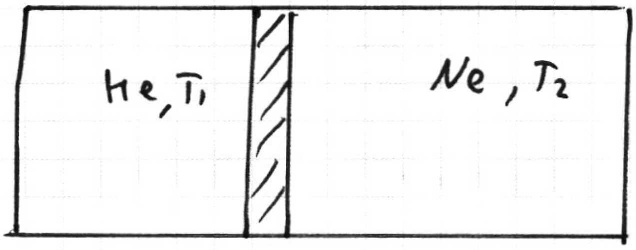
$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330$

$T_2 = 440$

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

2) $T = ?$



1) Ур-ие Менделеева-Клайп. для He

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

Для Ne: $p_2 V_2 = \nu R T_2$

2) $p_1 = p_2$ (т.к поршень в равн.)

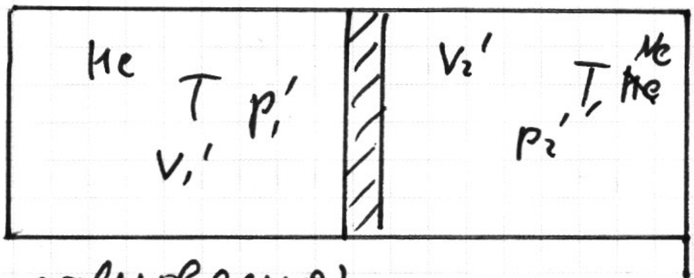
$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$$\boxed{\frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{3}}$$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{440}{330} = \frac{4}{3}$

3)



После уст. равновесия $p_1' = p_2' = p'$ (т.к поршень в сост. равновесия)

$p' \cdot V_1' = \nu R T$

$p' V_2' = \nu R T$

$\to V_1' = V_2' = V'$

Пусть V_0 - объем всего сосуда:

$V_0 = V_1 + V_2 = V_1 (1 + \frac{4}{3}) = \frac{7}{3} V_1$

$V_0 = 2V'$

$\to \frac{7}{3} V_1 = 2\cancel{V} = 2V'$

4) Из ур-ия сост: $\frac{pV_1}{T_1} = \frac{p'V'}{T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m v_1 \cos\alpha - \cancel{Mu} = -m v_2 \cos\beta - \cancel{Mu} - M\Delta u$$

$$\Delta u = -\frac{m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)}{M}$$

$$\frac{m(v_1^2 - v_2^2) + 2A_{вн}}{2Mu} = \Delta u.$$

В момент соуд. тела двигались без отрыва => работа вн. сил не нулевая из-за ост. деформации. => $A_{вн}$ - очень мала.

$$-\frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2Mu} = -\frac{m}{M}(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$$

$\cos\alpha =$

$$\boxed{u = \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)}}$$

$$u = \frac{12^2 - 6^2}{2\left(6\cdot\frac{\sqrt5}{3} + 12\frac{\sqrt8}{3}\right)} = \frac{27}{\sqrt5 + 2\sqrt8}$$

Ответ: 1) $v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12\ \frac{м}{с}$; 2) $u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)} = \frac{27}{\sqrt5 + 2\sqrt8}$

№4 Ответ: $\cancel{T = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{\ }\ )}$ 1) $T = \pi\sqrt{CL}\,(\sqrt{5} + \sqrt{2})$

3) $I_{02} = \sqrt{\frac{1}{2CL}}\, C\mathcal{E} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

2) $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Цилиндр теплоизолирован => $U_{сист} = const$

$U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$

$$\frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT$$

$$\frac{3}{2}(T_1 + T_2) = 3T \Rightarrow \boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}}$$

$$T = \frac{330 + 440}{2} = \frac{780}{2} = 390\,K$$

6) Из ур-ия сост: $\frac{pV_1}{T_1} = \frac{p'V'}{T} \Rightarrow \frac{p'}{p} = \frac{V'}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T}$

$$p' = p\,\frac{7V_1}{6V_1} \cdot \frac{T_1 \cdot 11}{13\,T_1} = \frac{77}{78}p;\quad \frac{77}{78} \approx 1 \Rightarrow$$

=> можно считать, что давл. не изменилось => $p \approx const$.

7) По I началу терм. для He:

$Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He}$

- $\Delta U_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$
- $A_{He} = p\Delta V = \nu R(T - T_1)$

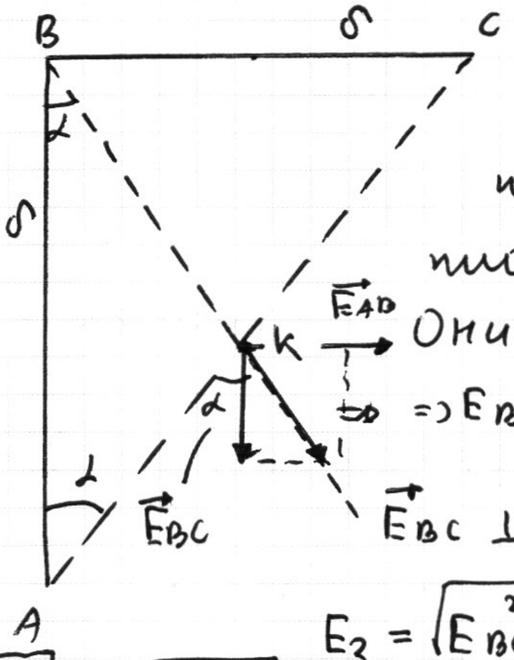
$$Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31\,(390 - 330) = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 60 = 36 \cdot 8{,}31 \approx 300\text{ Дж}$$

Ответ: 1) $\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{4}{3}$; 2) $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 390\,K$

3) $Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) \approx 300$ Дж

№3

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$	$E_1 = E_{BC}$
$\frac{E_2}{E_1}$ – ?	$\boxed{\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}}$

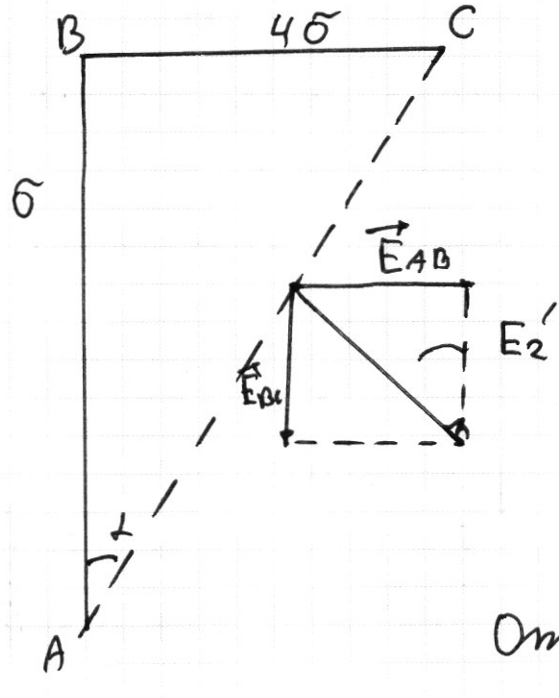


1) Пусть σ – пов-ая плотность заряда пластин AB и BC. Они бесконечные $\Rightarrow E_{BC} = E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ и $\vec{E}_{BC} \perp BC$, а $\vec{E}_{AB} \perp AB$

$$E_2 = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{2\sigma^2}{4\varepsilon_0}} = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{2\varepsilon_0}{\sigma} = \sqrt{2}$$

2)



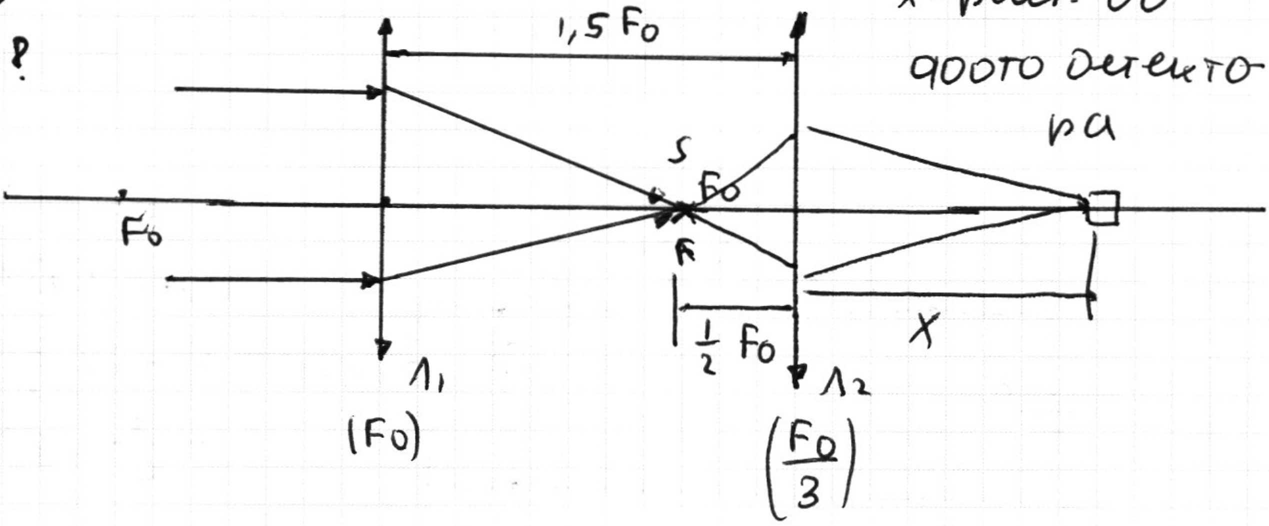
$$E_2' = \sqrt{\left(\frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{16\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{17\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \cancel{\frac{\sqrt{17}\sigma}{\sqrt{2}\varepsilon_0}} = \frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$

2) $E_2' = \frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$

№5

$x = ?$



x - расст. до фото детектора

1) Т.к пучок света параллелен главной опт. оси, он будет давать изображение в фокусе.

2) Поместим в т. пер. лучей предмет (точечный) S. S - дейст. предмет для $Л_2$.

$d = \frac{1}{2} F_0$ > $F_2 = \frac{F_0}{3}$.

3) По формуле тонкой линзы: (для $Л_2$):

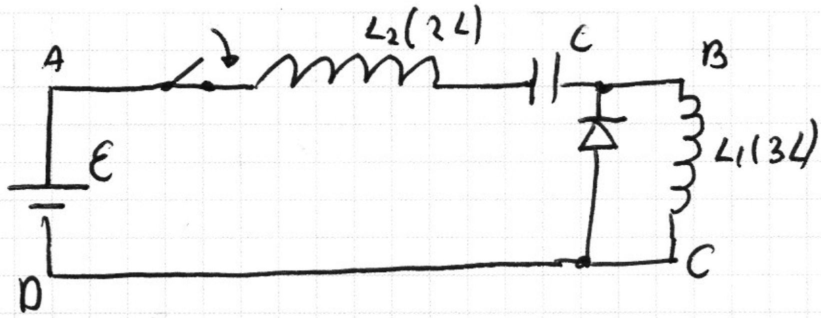
$\frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{3}{F_0} - \frac{2}{F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f_2 = F_0$

Расстояние между фотодетектором и $Л_2$ - это $x = f_2 = F_0$.

Ответ: 1) $x = F_0$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1) ABCDA:

(1) $\mathcal{E} - 2L\cdot\ddot{q} - \frac{q}{C} - 3L\cdot\ddot{q} = 0$

$$\mathcal{E} - 5L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{5LC}}$$ – цикл. частота 1 колеб. контура. Ток идет через L_1 т.к D – заперт. После того, как конд. зарядится до ~~$q = C\mathcal{E}$~~ q^*. Затем начнется разрядка конд. Ток пойдет через диод.

1: $U_C - 2L\cdot\ddot{q} - \mathcal{E} = 0$

$\frac{q}{C} - 2L\ddot{q} - \mathcal{E} = 0$

$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{2LC}}$

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC}$$

$$\boxed{T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5}+\sqrt{2}\right)}$$

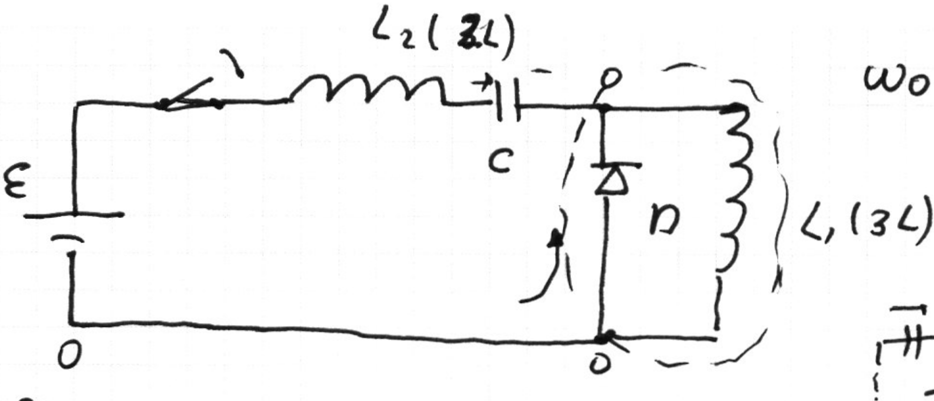
В ампл. п.л. $I_{L_1} = I_{L_2} = 0$ ~~⇒~~ по ЗСЭ: ⇒ F ~~$\frac{q^{*2}}{2C}$~~

3) В начальный момент $I = 0$ ⇒ это амплитудное положение. Из ур-ия (1) ⇒ что $q = C\mathcal{E}$ в ~~пол. равн~~. Амплитуда колебаний $C\mathcal{E}$.

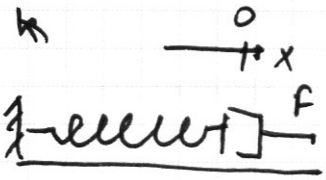
~~$\frac{2LI_{02}^2}{2}$~~ =

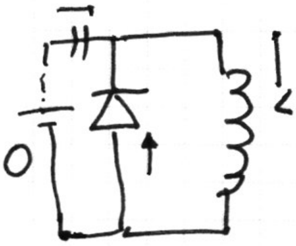
$I_{02} = \sqrt{\frac{1}{2CL}}\cdot C\mathcal{E} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

$I_{01} = \sqrt{\frac{1}{5CL}}\cdot C\mathcal{E} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$



$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$





$$\varepsilon - 2L \cdot \dot{I} - u_C - 3L \cdot \dot{I} = 0$$

$$\varepsilon - 5L\dot{I} - u_C = 0$$

$$F - kx = -m\ddot{x}$$

$$\varepsilon - 5L\dot{I} - \frac{q}{C} = 0$$

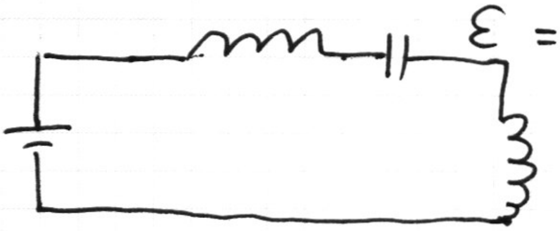
$$\varepsilon - L\dot{I} - \frac{q}{C} = 0$$

$$\varepsilon - L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$$

$$v_{max} = A \cdot \omega_0$$

$$\varepsilon + 5L \cdot \ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = \varepsilon$$



$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{5CL}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$\cancel{-\frac{q}{C} = \varepsilon}$$

$$\varepsilon - \frac{q}{C} = 0$$

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{5CL}}$$

$$\omega_{01} = \sqrt{\frac{1}{5CL}}$$

$$0 = 0$$

$$I_{01} =$$

$$\cancel{\frac{\ddot{q}}{C} - 2L \cdot}$$

$$\omega_{02} = \sqrt{\frac{1}{2CL}}$$

$$I_{02} = \omega_0 \cdot$$

$$+\frac{q}{C} - 2L\ddot{q} - \varepsilon = 0$$

$$T_1 = \pi\sqrt{5CL}$$

$$\frac{q}{C} = 2L\ddot{q} + \varepsilon$$

$$T_2 = \pi\sqrt{2LC}$$

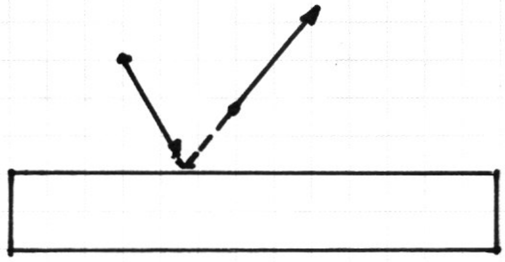
$$I_{0?} = C\varepsilon : \sqrt{\frac{1}{2LC}} \quad ; \qquad I_{0?} =$$

$$I_{02} = \sqrt{\frac{1}{2CL}} \cdot C\varepsilon$$

$$I_{01} = \sqrt{\frac{1}{5CL}} \cdot C\varepsilon$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



в СО плиты

$v_{отн y} = v_1 \sin\alpha - 0 = v_1 \sin\alpha$

по ЗСС после соуд. Ox: $v'_{отн x} = v_2 \cos\beta - (-u) =$

$= u - v_2 \cos\beta$

Oy: $v'_{отн y} = v_2 \sin\beta$

4) $\Delta\vec{p}_{сист} = \vec{0}$ (силу тяжести не учитывать). Система: „шарик + плита". Силы $\vec{N}$ и $\vec{N}^*$ – внутренние. => верен ЗСИ на любую ось.

По ЗСИ Oy: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

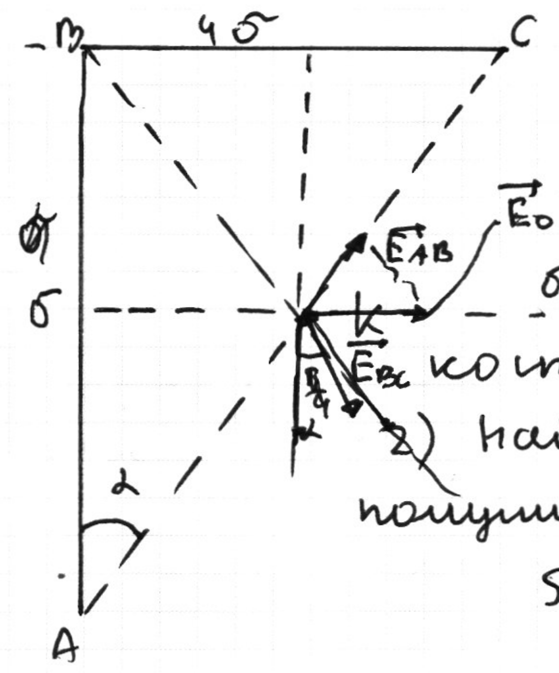
$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

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

$v_2 = 6 \frac{м}{с} \frac{2\cancel{3}}{\cancel{3}\cdot 1} = 12 \frac{м}{с}$

4) По ЗСИ Ox: $m(v_1 \cos\alpha + u) = m(u - v_2 \cancel{\sin\beta})$ cos

$v_1 \cos\alpha = - v_2 \cos\beta$

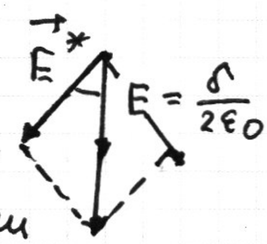
№3. 

1) Пластина AB и BC бесконечные => угол образуют бесконечные полуплоскости.

2) Найдем напр. беск. полуплоскости:

$\sin\frac{\pi}{8} = \sin\frac{\pi}{}$

Пусть E - вектор напр. поля одной беск. плоскости; это суперпозиция напр. E^* - полуплоскостей. Из симметрии угол $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^0$.



$$E = 2E^*\cdot\cos\alpha = 2E^*\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$E^* = \frac{\sigma}{2\sqrt{2}\varepsilon_0}\ ; \quad E_{BC} = E_{AC}\ (\text{т.к. } \sigma_{BC} = \sigma_{AC} = \sigma)$$

3) $E_0 = 2E_{BC}\cdot\cos\frac{\pi}{4} = 2\cdot\frac{\sigma}{2\sqrt{2}\varepsilon_0}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$$\frac{E_0}{E^*_{BC}} = \frac{\sigma\ 2\sqrt{2}\varepsilon_0}{2\varepsilon_0\cdot\sigma} = \sqrt{2}$$

В пол. равн. $\quad E_K\cdot\cos\alpha = \frac{4\sigma}{\varepsilon_0}$

$\alpha = 0$

$a = 0$

$E_K\cdot\sin\alpha =$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

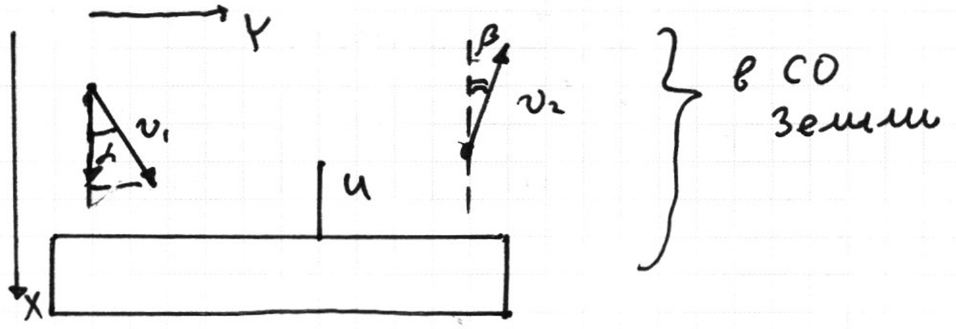
$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

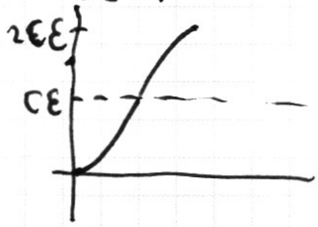
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

u

$v_2 = ?$

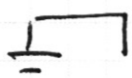


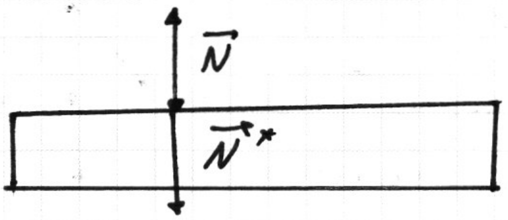
1) Рассмотрим момент взаимодействия:



$\frac{2C\mathcal{E}}{\mathcal{E}} = 2\mathcal{E}$ $F = \ddot{q} = 0$

$q = C\mathcal{E}$.





По 2ЗН для шарика: $\vec{N} = m\vec{a}_ш$, где m - масса шарика

По 2ЗН для плиты: $\vec{N}^* = M\vec{a}_п$, где M - масса плиты. Силы $\vec{N}$ и $\vec{N}^*$ $\perp$ плоскости плиты т.к её пов-ть гладкая.

2) По усл. $M >> m$ (плита массивная) $\Rightarrow$ мы можем перейти в СО плиты в момент соуд. По парадоксу большого тела плиту можно считать ИСО.

3) В СО плиты:

ЗСС ОХ: $v_{отнш x} = v_{абсш x} - v_{переш x}$

$v_{отнш x} = v_1\cos\alpha - (-u) = v_1\cos\alpha + u$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

$144-36=108$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m v_1 \cos\alpha - Mu = -M(u+\Delta u) + m v_2 \cos\beta$

$108 \,|\, 4$, 27, 28

$m v_1 \cos\alpha - \cancel{Mu} = -\cancel{Mu} - M\Delta u - m v_2 \cos\beta$

$u = \dfrac{v_1^2 - v_2^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)}$

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

$-\dfrac{m}{M}(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) = \Delta u$

$\dfrac{m v_1^2}{2} + \dfrac{Mu^2}{2} = Q + \dfrac{m v_2^2}{2} + \dfrac{M(u+\Delta u)^2}{2} + Mgh \to \infty$

$u = \dfrac{144-36}{2(6\cdot\frac{\sqrt5}{2} + 12\frac{\sqrt8}{3})}$ $Q = \dots$ $= \dfrac{108}{4(\sqrt5 + 2\sqrt8)} = \dfrac{54}{2}$ $= \dfrac{27}{\sqrt5 + 2\sqrt8}$

$p' \dfrac{7}{6} V_1 = \nu RT$

$\dfrac{7p'V_1}{6\nu R} = T$

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

$\dfrac{390}{330} = \dfrac{13}{11}$

$m v_1^2 + \cancel{Mu^2} + 2Q + m v_2^2 + \cancel{Mu^2} +$
$+ 2Mu\Delta u + \cancel{M\Delta u^2}$

$\dfrac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2M} = u\cdot\Delta u$

$Q = \Delta U_{не} + A_{не}$

$\times 8{,}3$

$\dfrac{831}{100} \times 36$

$Q = \dfrac{3}{2}\nu R(T - T_1) + A_{не}$

$-\dfrac{m}{M}(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) = \dfrac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2Mu}$

$\times\, 831$
36
4986
2493
$299{,}16$

$299{,}16$

$\left(\dfrac{4\delta}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\dfrac{\delta}{2\varepsilon_0}\right)^2 = \dfrac{16\delta^2}{4\varepsilon_0^2} + \dfrac{\delta^2}{4\varepsilon_0^2} = \dfrac{17\delta^2}{4\varepsilon_0^2}$

$|v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta| = \dfrac{v_1^2 - v_2^2}{2u}$

$\dfrac{\sqrt{17}\,\delta}{2\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{mv_1^2}{2} + \cancel{\frac{mv_2^2}{2}} = \cancel{\frac{Mu^2}{2}} + \cancel{\frac{mv_2^2}{2}}$$

$Mgh;\quad h \approx u \cdot \cancel{\Delta t}$

$Mgh;\quad h = u \cdot \Delta t$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$

$A_{вн} = A_N + A_{N^*}$

$A_N = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$

$A_{N^*} = \frac{M(u+\Delta u)^2}{2} - \frac{Mu^2}{2} = Mu\Delta u$

$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{8} = \frac{3\pi}{8};$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \cancel{\frac{Mu^2}{2}} + A_{вн} = \frac{mv_2^2}{2} + Mu\Delta u$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} - Mu\Delta u = \frac{mv_2^2}{2} + Mu\Delta u$$

$$\mathcal{E} - 2L\dot{I}_2 - \frac{q}{C} = 3L\dot{I}_1''$$

$$\mathcal{E} - 2L\ddot{q} - \frac{q}{C} = 3L\dot{I}_1$$