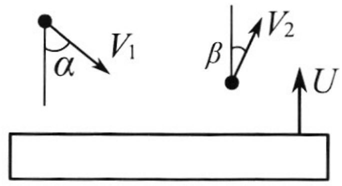
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

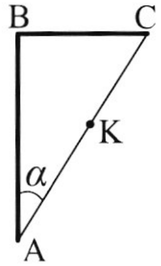
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

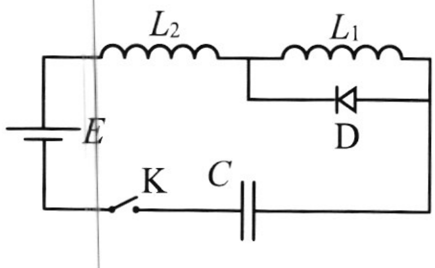
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



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.



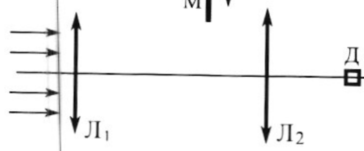
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

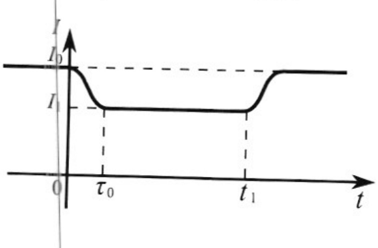
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

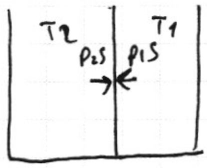
ШИФР
(заполняется секретарём)

2. Дано:
$\nu_1 = \nu_2 = \nu = \frac{3}{7}$ моль
$C_V = \frac{5R}{2}$
$T_1 = 300K$
$T_2 = 500K$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ - ?
2) T_0 - ?
3) Q - ?

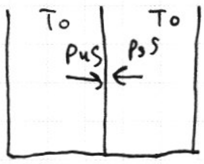
Решение:

1) $\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \\ p_1 S = p_2 S \Rightarrow p_1 = p_2 \end{cases}$ $\quad \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2}$. $\Rightarrow$



$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$.

2) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$; $V_1 = \frac{3}{8} V$; $V_2 = \frac{5}{8} V$



$\begin{cases} p_3 V_3 = \nu R T_0 \\ p_4 V_4 = \nu R T_0 \\ p_3 S = p_4 S \end{cases} \Rightarrow \frac{V_3}{V_4} = 1$; $V_3 = \frac{V}{2}$; $V_4 = \frac{V}{2}$.

~~$\frac{p_3 V_3}{T_3}$ $\frac{pV}{T} = \nu R$; νR - const $\Rightarrow \frac{pV}{T} = const$.~~

~~$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$; $\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1}$~~

для всего газа при $T_1 = T_2 = T_0$, ~~$p_0 = p_1 + p_2$ (сумма парц. давлений)~~

~~$\frac{p_3 V}{T_0} = \frac{(p_1 + p_2) V}{T_0} = \frac{2 p_1 V_1}{T_1} = \nu R$; т.к $p_1 = p_2$ из 1 пункта.~~

~~$\frac{V}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$; $\frac{V}{T_0} = \frac{3V}{8 T_1}$; $T_0 = \frac{8 T_1}{3} = \frac{8 \cdot 300}{3}$~~
$p_1 = p_2$ из 1 пункта.

~~$\frac{p_3 V_3}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$; $p_0 = p_1 + p_2$ (сумма парц давл)~~

~~$p_0 = n_0 k T_0 = \frac{\nu R T_0}{V}$; $p_3 = n_3 k T_0 = \frac{\nu R T_0}{\frac{V_3}{2}} \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow p_3 = 2 p_0 = 4 p_1$~~

~~$\frac{4 p_1 \cdot V}{2 T_0} = \frac{p_1 \cdot 3V}{8 T_1}$; $\frac{T_0}{2} = \frac{4}{6} \frac{8}{3} T_1 =$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \frac{1}{8}V$

т.к характеристики газов одинаковы $p_3 = p_4$; $V_3 = V_4$; $V_1 = V_2$.

то ~~на то~~ $T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400°K$

3) $Q = C_V \nu (T_0 - T_1) = \frac{5R}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot (400 - 300) =$

$= \frac{5 \cdot 8{,}31 \cdot 3}{14} \cdot 100 \approx 89{,}34$ Дж.

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$; $T_0 = 400°K$; $Q \approx 89{,}34$ Дж.

3. Дано:

1) $\sigma_1 = \sigma$; $\sigma_2 = \sigma$

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

$\frac{E_0}{E_1}$ - ?

2) $\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

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

E - ?

Решение:

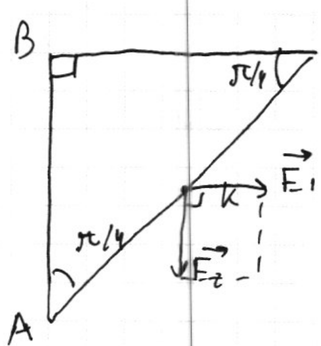
1) $\vec{E_0} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

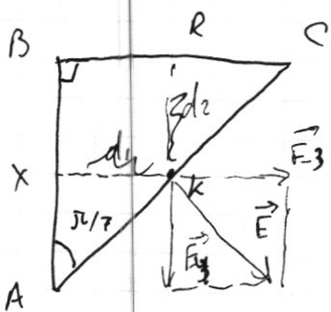
$E_1 = E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} =$

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

$\frac{E_0}{E_1} = \sqrt{2}$





2) $\vec{E} = \vec{E_4} + \vec{E_3}$

$E = \sqrt{E_4^2 + E_3^2} = \sqrt{\frac{4\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 d_1^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 d_2^2}} =$

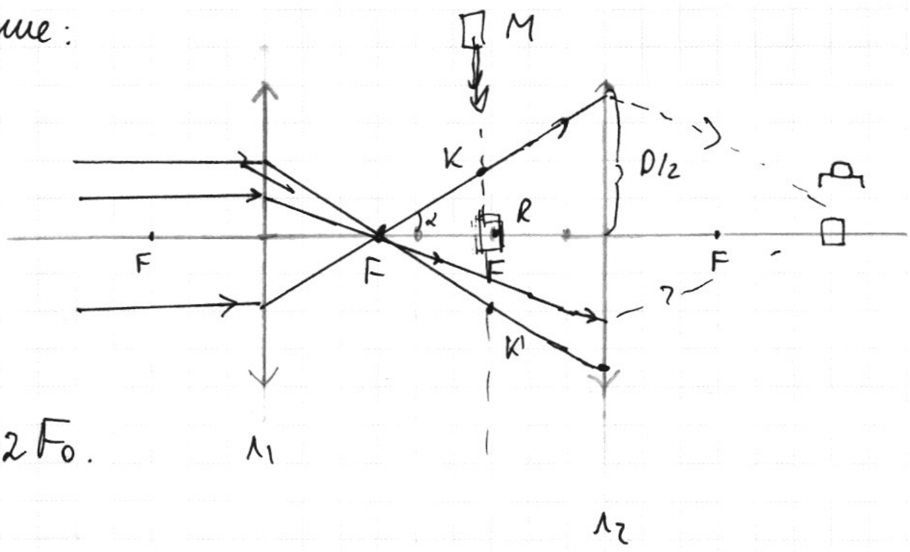
$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{\cancel{4}}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2}} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}\cancel{\sqrt{\frac{4}{AX^2 tg^2\frac{\pi}{7}} + \frac{4}{CR^2 tg^2(\frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{7})}}} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}.$

Ответ: ~~$\frac{E_0}{E_1}\sqrt{2}$~~; $\sigma\frac{\sqrt{5}}{2\varepsilon_0} = E$; $\frac{E_0}{E_1} = \sqrt{2}$.

5. Дано: F_0, D, τ_0

$f - ?$ $V - ?$ $t_1 - ?$

Решение:



т.к $D \ll F_0$

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

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

2) $tg\alpha = \frac{D/2}{2F_0} = \frac{D}{4F_0}.$

$KR = F_0\, tg\alpha = \frac{D}{4}$

$KK' = 2KR = \frac{D}{2}$

$V = \frac{KK'}{\cancel{t_1+\tau_0}\ \tau_1+\tau_0} = \frac{D}{2(\tau_1+\tau_0)}$

3) Пусть d - диаметр монетки M.; $I_0 - \frac{3}{4}I_0 = \frac{1}{4}I_0$ - эта часть потеряна когда d перекрывает ~~часть~~ $\frac{1}{4}$ всех лучей $\Rightarrow d = \frac{1}{4}KK' = \frac{D}{8}.$

$$\begin{cases} V = \dfrac{D}{2\tau_1 + 2\tau_0} \\ V = \dfrac{KK' - d}{\tau_1 - \tau_0} = \dfrac{\frac{D}{2} - \frac{D}{8}}{8\tau_1 - 8\tau_0} = \dfrac{3D}{8(\tau_1 - \tau_0)} \end{cases}$$

$\Rightarrow 6D\tau_1 + 6D\tau_0 = 8D\tau_1 - 8D\tau_0$

$2D\tau_1 = 14D\tau_0$

$\underline{\tau_1 = 7\tau_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = \frac{D}{2(8\tau_0)} = \frac{D}{16\tau_0}.$

Ответ: 1) $f = 2F_0$; 2) $V = \frac{D}{16\tau_0}$; 3) $\tau_1 = 7\tau_0$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. Дано: Решение:

$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

C, D

1) T - ?

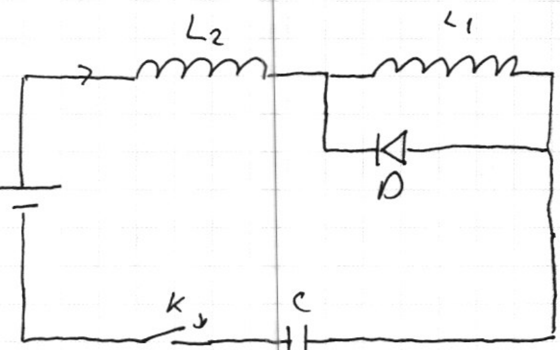
2) I_{max1} - ?

3) I_{max2} - ?

1) $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$.

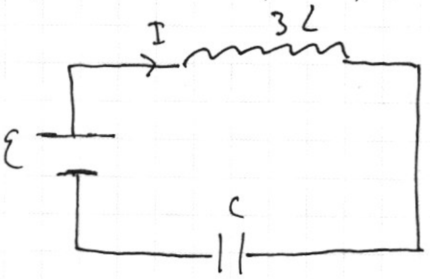
$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = 2\pi\sqrt{3LC}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{2LC}$ (по L_1 ток не потечет)



$T = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{2LC} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{2}+\sqrt{3})$

2) ток ~~течет~~ течет через L_1, только в случае если он направлен вправо, значит он течет и через L_2.



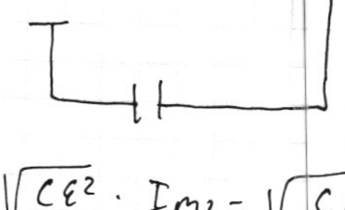
$\frac{3L I_{max1}^2}{2} = \cancel{q_m \varepsilon} = \frac{C \cancel{U_{max}} \varepsilon^2}{8}$

$\cancel{\left(\frac{3L I_{max}^2}{2}\right)' = (q_m \varepsilon)'}$ $I_{max1} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{3L}}$

$\cancel{\frac{1}{\Delta t} 3L I_{max} = I_{max}\varepsilon}$ $\cancel{= \varepsilon\sqrt{\frac{C}{3L}}}$

3) либо в L_2 течет ток как в L_1, т.е. есть $I_{max1} = I_{max2}$ или в L_2 ток максимален, когда ток ~~течет~~ течет влево.

$\frac{L I_{max2}^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$;



$I_{max2} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{L}} > I_{max1}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{2}+\sqrt{3})$; $I_{m1} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{3L}}$; $I_{m2} = \sqrt{\frac{C\varepsilon^2}{L}}$

1. Дано

$V_1 = 8$ м/с

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

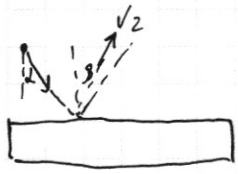
$\sin\beta = \frac{1}{2}$

V_2 - ?

U - ?

Решение:

Пусть m - масса шарика, ~~тогда~~ а M - масса плиты.



$\uparrow \vec{U}$ $\cancel{p_0 = p_1 + p_2}$

$p_3 = \frac{p_0}{2}$

$\frac{p_3 V_3}{T_0} = p_1 \frac{V_1}{T_1}$

$m\vec{V_1} 7$

$p_3 = p$

$\cancel{\frac{p_3 V_3}{T_0 \, 2}} = \frac{p_3 V_3}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} =$

$\cancel{m\vec{V_1} + M\vec{U}} =$

1) По OX: $V_{1x} = const = V_{2x}$

$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$; $V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{16 \cdot 3}{4} = 12$ м/с.

2) $\cancel{M\vec{U} - m\vec{V_1} = M\vec{U} + m\vec{V_2}}$

$\cancel{OY: MU - mV_{1y} = MU + mV_{2y}}$

$\frac{p_3 \cdot 4}{3 \cdot 2} = \frac{3 p_2 V_3}{8}$

$$\begin{cases} \frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{MU_1^2}{2} + \Delta E \\ MU - mV_1 \cos\alpha = MU_1 + mV_2 \cos\beta \end{cases}$$

$MU^2 - MU_1^2 - 2\Delta E = m \cdot 80$

$\frac{3p_1}{6} = \frac{3p_3}{8}$

$\cancel{U_1 - U = mV_1 c}$

$U - U_1 = mV_2 \cos\beta - mV_1 \cos\alpha = \frac{m}{M}(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$

$$\begin{cases} MU^2 - MU_1^2 = mV_2^2 - mV_1^2 + 2\Delta E \\ MU - MU_1 = mV_2 \cos\beta - mV_1 \cos\alpha \end{cases}$$

$MU + MU_1 = \frac{mV_2^2 - mV_1^2 + 2\Delta E}{mV_2 \cos\beta - mV_1 \cos\alpha} = \frac{M(U^2 - U_1^2)}{m(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})}$

$\cancel{V_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = V_1 \cdot \frac{\sqrt{7}}{16}}$

$MU_1 + MU = m(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$

$U_1 + U = \frac{m}{M}(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$

Если бы удар был абсолютно упругим.

$\cancel{MU\cos\alpha - m}$ $\cancel{MU - mV_1\cos\alpha = MU_1 + mV_2\cos\beta}$

$\cancel{\frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{MU_1^2}{2}}$

$U = \frac{2m}{M}(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})$

$12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{8\sqrt{7}}{4} = 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$.

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. Дано:

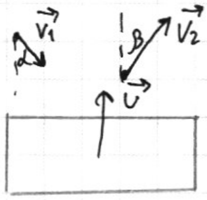
$V_1 = 8$ м/с

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

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

V_2-? U-?

Решение:



1) $m\vec{V}_{1x} = m\vec{V}_{2x}$

$\vec{V}_{1x} = \vec{V}_{2x}$

$V_1\sin\alpha = V_2\sin\beta \Rightarrow V_2 = \frac{V_1\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{8\cdot\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12$ м/с.

2) для начала назовем массу плиты M, а массу шарика m.

$\frac{MU^2}{2} > \frac{mV_2^2}{8} - \frac{mV_1^2}{8}$ - иначе шарик не получил бы скорость V_2.

$M > \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{U^2}$; $\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} < \frac{MU^2}{2}$; $U > \sqrt{\frac{mV_2^2 - mV_1^2}{M}}$

$\frac{MV^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} > \frac{mV_2^2}{2} + \frac{MU_1^2}{2}$ (З.С.Э. т.к удар неупругий, ~~начальная~~ энергия до удара должна быть больше ~~конечной~~ энергии после удара)

$\cancel{\frac{MU^2}{2} - \frac{MU_1^2}{2} > \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}}$

$MU > m(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha) \Leftrightarrow$

$MU + mV_1\cos\alpha = MU_1 + mV_2\cos\beta$; $U_1 = \cancel{\frac{MU + m(V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta)}{M}}$

$\cancel{\frac{MU^2}{2} - \frac{M^2U^2 + 2mMU(V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta) + m^2(V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta)^2}{2M^2}} > \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$

$\frac{MU^2}{2} - \frac{U^2}{2} + 2mMU\cdot V_1\cos\alpha - 2mMUV_2\cos\beta + m^2(V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta)^2$

$\Rightarrow$ б) $\frac{M}{m} > \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{U}$; б) $\frac{m}{M} < \frac{U}{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}$

а) $U > \sqrt{\frac{80m}{M}}$

б) → а) $U > \sqrt{\frac{80U}{12\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} - 8\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}} \Rightarrow \sqrt{U} > \sqrt{\frac{80}{3\sqrt{7} - 4\sqrt{3}}}$; $U > \frac{80}{3\sqrt{7} - 4\sqrt{3}}$

$V > \cancel{\frac{80}{3\sqrt{7}-4\sqrt{3}} = \frac{80\cdot 3\sqrt{7}+80\cdot 4\sqrt{3}}{63-48} = \frac{16\cdot 3\sqrt{7}+16\cdot 4\sqrt{3}}{3}} =$

$= \cancel{16\sqrt{7}+\frac{64}{\sqrt{3}} \approx 16\cdot 2{,}7+\frac{64}{1{,}7} \approx 43{,}2+17 = 44}$ $37{,}5 \approx$

≈ 80 м/с. ~~$V > 80$ м/с.~~ $V > \frac{80}{3\sqrt{7}-4\sqrt{3}} \approx \frac{80}{7{,}5} \approx 10{,}7$

Ответ: ~~$V > 80$ м/с.~~ $V > 10{,}7$ м/с.

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 6

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Дано:

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$; б

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

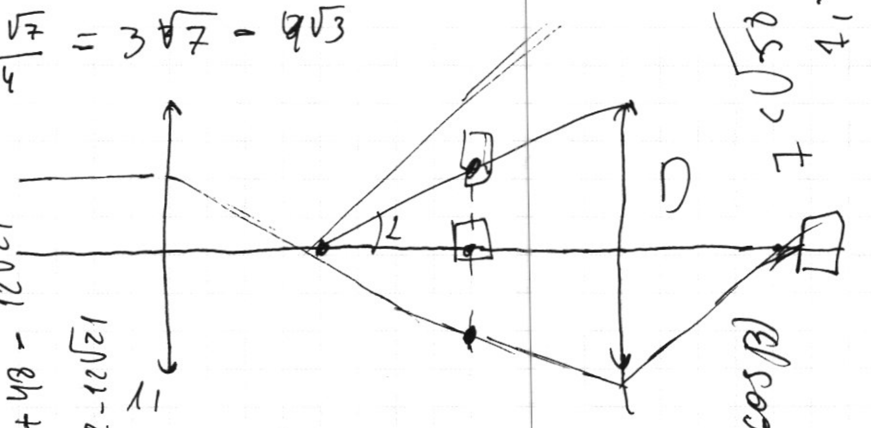
2) $\alpha = \frac{\pi}{...}$

$\frac{E_4}{E_3}$?, E - ?

$\frac{12 \cdot \sqrt{7}}{4} = 3\sqrt{7} - 9\sqrt{3}$

$(3\sqrt{7} - 4\sqrt{3})^2 =$

$63 + 48 - 12\sqrt{21} = 112 - 12\sqrt{21}$



$tg\,\alpha = \frac{D}{2F_0}$

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

$\frac{1}{2F} = \frac{1}{2F} = \frac{1}{f}$; $f = 2F_0$

$\cancel{\int_0^{\tau_0} I\tau_0 = I\tau_0} \int_0^{\tau} It^2 = I\tau^2$

$\cancel{(\tau_1 + t_0) \cdot I_0 = I_1(\tau_0 + \tau_1)}$

$MU =$ d - диаметр монетки, $V = \frac{D}{2(\tau_1 + \tau_0)}$

$KK' = \frac{D}{2(\tau_1+\tau_0)} \cdot (\tau_1 - \tau_0) = d.$

$d = \frac{KK' - d}{\tau_1 - \tau_0}$

$\frac{d}{\tau_1 - \tau_0} = \frac{\frac{D}{2} - d}{\tau_1 - \tau_0}.$

$80M = MU^2 - ... \Delta E$

$MV + mV_1 \cos\alpha > MV_2\cos\alpha$

$V > \frac{m(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha)}{M}$

$\frac{m}{M} < \frac{U}{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}$

$4 < \sqrt{21} < 5$

$112 - 12\sqrt{21}$

$MV + mV_1\cos\alpha = MU_1 + mV_2\cos\alpha$

$MU_1 = MV + m(V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta)$

$\frac{m}{M} < \frac{U}{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}$

$7 < \sqrt{50} < 8$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$80'0 \,|\, 75$
$1{,}66.$
50

3. Дано:

1) $\sigma_1 = \sigma$; $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_2 = \sigma$

$\frac{E_0}{E_1}$ - ?

2) $\sigma_1 = 2\sigma$; $\sigma_2 = \sigma$

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

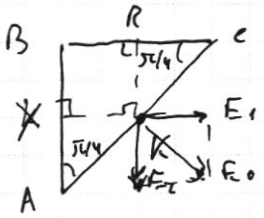
E - ?

Решение:

1) $\vec{E_0} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 d_1^2}$

$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 d_2^2}$



т.к $\angle BAC = \frac{\pi}{4}$ и $\angle ABC = \frac{\pi}{2}$.

$\angle ACB = \frac{\pi}{4}$ ⟹ $\cancel{d_1 = d_2 = d} = \cancel{\frac{AX}{\cos\frac{\pi}{4}} = \frac{CR}{\cos\frac{\pi}{4}}}$

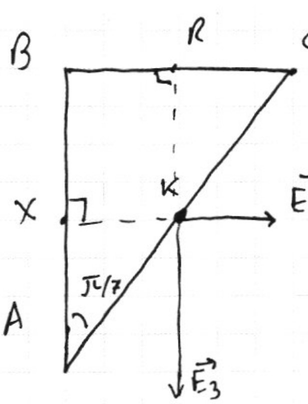
$AX = \frac{AB}{2}$; $CR = \frac{BC}{2}$.

т.к $AB = BC$.

$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 d_1^4} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2 d_1^4}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 d^2}\sqrt{2}$;

$\frac{E_0}{E_1} = \frac{\sigma \cdot 2\varepsilon_0 d^2 \cdot \sqrt{2}}{\sigma \cdot 2\varepsilon_0 d^2} = \sqrt{2}$.

2). $\frac{Kq}{r^2} = E$



$2 < \sqrt{7} < 3$

$2{,}5 < \sqrt{7}$

$\frac{13}{17} \approx \frac{15}{20} \approx 0{,}75 + 3 \quad 37{,}5$

$64 \,|\, 17$; $51 \,|\, 3$; 13

$27 \times 27 = 189 + 54 = 729$

$17 \times 17 = 289$

$334 \times 18 = 2672 + 334 = 4112$

$27 \times 16 = 162 + 27 = 432$

$\frac{MU^2}{2} + \Delta E < \frac{mV^2}{2}$

$\frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} + \Delta E = \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{2}$

$MU^2 + mV_1^2 = mV_2^2$

$MU^2 = m(V_2^2 - V_1^2)$

$\left(\frac{3LI_{max}^2}{2}\right)' = I' \cdot 3LI_{max}$

d - диаметр M.

$A = \frac{1}{4}KK' = \frac{D}{8}$

$V = \frac{D}{2r_1 + 2r_0}$

$V = \frac{\frac{D}{2} - \frac{D}{8}}{r_1 - r_0}$.

$\frac{D}{2r_1 + 2r_0} = \frac{3D}{8r_1 - 8r_0}$

$8Dr_1 + 6Dr_0 = 8r_1 D - 8Dr_0$

$14Dr_0 = 2r_1 D$

$r_1 = 7r_0$.

$\frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} + \Delta E = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{MU_2^2}{2}$

$MV_4 + mV_1\cos\alpha = mV_2\cos\beta + MV_2$

$M(U - U_1) = m(V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. т.к. $V_1 = 8; V_2 = 12$. ~~V-min~~. M-min

$$\frac{MV^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} \geq \frac{mV_2^2}{2}.$$

$$MU^2 \geq mV_2^2 - mV_1^2$$

$$\cancel{U^2 \geq \frac{m}{M}(V_2^2 - V_1^2)}$$

$$\cancel{U > \frac{80m}{M}} \quad M > \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{U}$$

$$\cancel{V < \frac{2m\,(6\sqrt{3} - 2\sqrt{7})\cdot U}{M\,(V_2^2 - V_1^2)}}$$

3) $E = \varepsilon \varepsilon_0 \sigma^2$ $\quad \sigma\left(\frac{Кл}{м^2}\right)$

3. 1) ~~Нужно~~ в $\sqrt{2}$ раз. $\quad E = \frac{И}{Кл}$.

$$F = q_1 E = \frac{kq\,q_1}{r^2}$$

$$\cancel{E = \frac{kq}{r^2} = \frac{k\sigma}{r^2 \cdot S}}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\alpha = \sin\alpha - \sin 0 = \sin\frac{\pi}{2} = 1.$$

$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}.$$

$8{,}31 \cdot 15$

$\frac{5 \cdot 8{,}31 \cdot 3 \cdot 50}{7} = \frac{750 \cdot 8{,}31}{7} =$

$6232{,}5 : 7 = 890{,}34$

$8{,}31 \cdot 750 = 6232{,}50$

2. Дано:

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

$\nu = \frac{3}{7}$ моль.

$T_1 = 300K$.

$T_2 = 500K$.

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

2) T_0 - ?

3) Q - ?

Решение:

1) $p_1V_1 = \nu_1 R T_1$ $\quad$ $~~p_1 = nkT_1 = \frac{\nu}{V_1}~~ RT_1$

$p_2V_2 = \nu_2 R T_2$

~~В моменты равновесия (поршень не двигается)~~ $p_1 \cdot S = p_2 \cdot S \Rightarrow p_1 = p_2$ $\quad \frac{p_0V}{T_0} = 2\nu R$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \nu R$.

$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$.

$\nu R T_1 \cdot T_0 = \nu R$

2) $~~p_3 S = p_4 S~~, ~~p_3 = p_4~~$.

$~~\nu R T_0 = p_3V_3 = p_4V_4~~$. $\quad p_3V_3 = \nu_1 R T_0$

$~~T_0 = \frac{p_3V_3}{\nu R} = \frac{p_4V_4}{\nu R}~~$ $\quad p_4V_4 = \nu_2 R T_0$

$~~pR=~~$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{T_0} =$

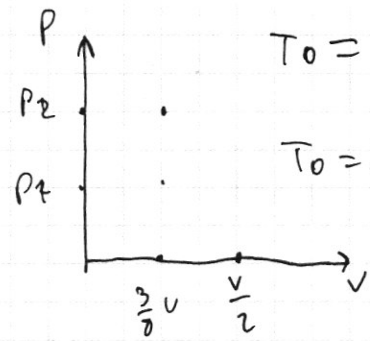
$~~\frac{p_3V_3}{p_4V_4} = \frac{V_1}{V_2} = 1~~$ $\quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V}{T_0}$.

$~~p_3V_3 = p_3(V - V_3) = p_3V - p_3V_3~~$

$~~2p_3V_3 = p_3V~~$

$~~V_3 = \frac{V}{2}~~$.

$\frac{\frac{3}{8}V}{T_0} = \frac{V}{T_0}$.



$T_0 = \frac{3}{8T_1} = \frac{3}{2400} = \frac{1}{800}$

$T_0 = \frac{5}{8T_2} = \frac{5}{4000} = \frac{1}{800}$.

$~~\frac{p_1V_1}{p_3V_3} = ~~$ $\quad \frac{p_1V_1}{T_1} = \nu R$ - const

$~~tg\frac{\pi}{2}~~$.

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{p_3V_3}{T_0}$.

$~~\frac{p_1V_1 \cdot T_3}{\nu R T_1} = \frac{p_2V_2 \cdot T_1}{\nu R T_2}~~$. $\quad p_1 = nkT = \nu R \frac{T_1}{V}$

$p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$p_1V_1 \cdot T_0 = p_3V_3 \cdot T_1$. $\quad ; V_1 = \frac{3}{8}V ; V_2 = \frac{V}{2}$.

$\frac{p_1V_1}{p_3V_3} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_0} = \frac{2 \cdot 3V}{8 \cdot V} = \frac{3}{4} = \frac{T_1}{T_0}$; $\quad T_0 = \frac{4}{3}T_1 = 400K$.

3) $~~C_V \cdot \nu = \nu R \Delta T~~$ $\quad Q = C_V \cdot \nu \Delta t = \Delta U + A_r = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) + \frac{3}{2}p\Delta V =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) =$

☑ черновик ☐ чистовик $\quad$ Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) $\quad$ (Нумеровать только чистовики)