Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

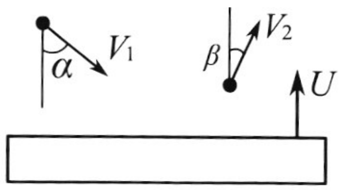
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

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

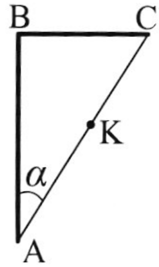
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$.
R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

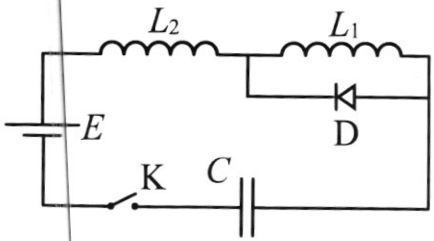
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

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

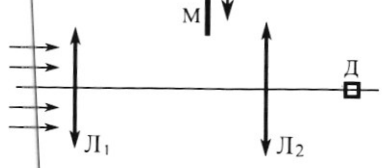


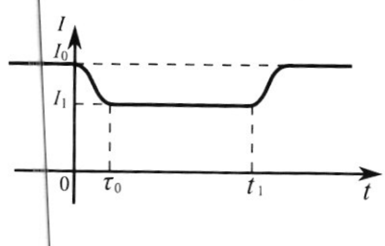
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

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

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

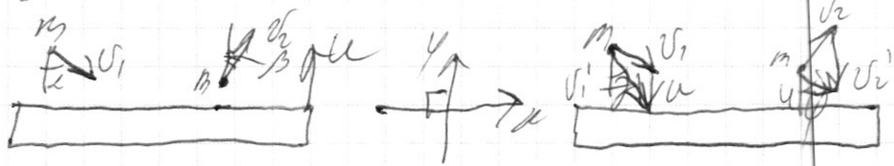
Дано:
$v_1 = 8$
$\angle\alpha$ ($\sin\alpha = \frac{3}{4}$)
$\angle\beta$ ($\sin\beta = \frac{1}{2}$)

Найти:
$v_2 = ?$
значения u возможные

Решение:

Т.к. плита массивная, изменением её скорости из-за удара с шариком можно пренебречь и ~~считать её неподвижной~~ перейти в её СО:

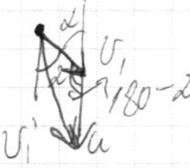
СО земли: СО плиты:



Т.к. по оси x никакие силы нет, то будет верен ЗСИ для шарика:

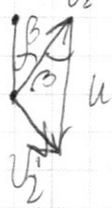
$p_1 = p_2$; $\cancel{m} v_1 \sin\alpha = \cancel{m} v_2 \sin\beta$; $\cancel{2} \cdot 8 \cdot \frac{3}{\cancel{4}_2} = v_2 \cdot \frac{1}{\cancel{2}}$,

$\underline{v_2 = 12 \text{ м/с}}$; $\cos(180 - \alpha) = -\cos\alpha$



$\vec{v_1}' = \vec{v_1} + \vec{u}$; $v_1' = \sqrt{u^2 + v_1^2 - 2v_1 u \cos(180-\alpha)}$

$u_1' = \sqrt{u^2 + v_1^2 + 2v_1 u \cos\alpha}$



$\vec{v_2}' = +\vec{u} - \vec{v_2}$; $u_2' = \sqrt{u^2 + v_2^2 - 2v_2 u \cos\beta}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

Сила F, ~~действующая на изменение направления скорости~~ равна $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = ma = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$;

т.к. удар неупругий, то

$|v_1' \cos\gamma| \le |v_2' \cos\psi|$

$v_1 \cos\alpha + u \le v_2 \cos\beta - u$

$2u \le v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha$; $u \le \frac{v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$u \le \dfrac{12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4}}{2}$; $u \le 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

Ответ: $v_2 = 12$ м/с , $u \le 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:

$BC \perp AB$

1) $\sigma_{BC} = const$

$\alpha = \frac{\pi}{4} = 45°$

$\frac{E_{\Sigma 1}}{E_{BC}}$

$\sigma_{BC} = \sigma_{AB}$

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

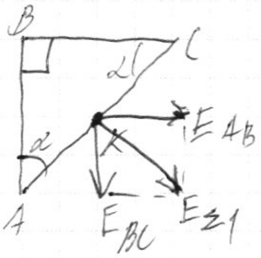
$\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$E_{\Sigma 2} = ?$

Решение

1) т.к. $BC \perp AB$ ($\angle B$ - прямой), $\angle\alpha = 45°$, то $\angle BCA = 45° \Rightarrow$
$\Rightarrow AB = BC \Rightarrow$ можно считать $S_{BC} = S_{AB} = S$



$\frac{E_{\Sigma 1}}{E_{BC}} = \frac{|\vec{E}_{AB}| + |\vec{E}_{BC}|}{E_{BC}} =$

Заметим, что $= \frac{\left|\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right| + \left|\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right|}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}}$ $\Rightarrow$ знак σ неважен.

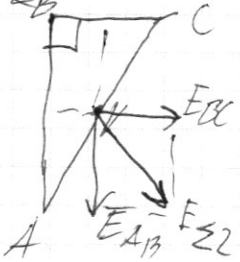
Пусть $\sigma > 0$, тогда вектора E направлены так, как показано на рисунке

$E_{\Sigma 1} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$ т.к. $BC \perp AB$

$E_{\Sigma 1} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\right)^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{2}$

$\frac{E_{\Sigma 1}}{E_{BC}} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{2}}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}} = \sqrt{2} \approx 1,42$

2) $\sqrt{2}$



$tg\,\alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{S_{BC}}{S_{AB}} = tg\frac{\pi}{7}$

$\frac{E_{BC}}{E_{AB}} = \frac{\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0 S_{BC}}}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_{AB}}} = \frac{2S_{AB}}{S_{BC}} = \frac{2}{tg\,\alpha}$

$E_{AB} = \frac{1}{2}tg(\alpha)E_{BC}$

$E_{\Sigma 2} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}$ т.к. $BC \perp AB$ $= \sqrt{\frac{1}{4}tg^2(\alpha)E_{BC}^2 + E_{BC}^2}$

$E_{\Sigma 2} = E_{BC}\sqrt{\frac{tg^2 + 4}{4}} = \frac{1}{2}E_{BC}\sqrt{tg^2\left(\frac{\pi}{7}\right) + 4} = \frac{1}{2}\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{tg^2\left(\frac{\pi}{7}\right) + 4}$

Ответ: 1) $\frac{E_{\Sigma 1}}{E_{BC}} = \sqrt{2} = 1,42$; 2) $E_{\Sigma 2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{tg^2\left(\frac{\pi}{7}\right) + 4}$

№2

$\nu = \frac{3}{4}$ моль

$T_1 = 300K$; $T_2 = 500K$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3

(Нумеровать только чистовики)

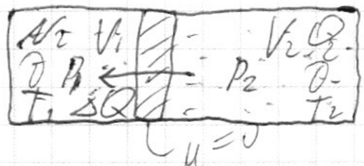
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

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

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

2) $T = ?$

3) $\Delta Q_{отд} = ?$



Т.к. поршень подвижен без трения, то P слева и справа всегда будут равны

Т.к. газы находятся в одном сосуде, разделённом поршнем, то $\Delta V_1 = -\Delta V_2 \Rightarrow A_1 = -A_2$

До начала движения поршня:

1) $P_1 V_1 = \nu R T_1$ $\quad P_2 V_2 = \nu R T_2$

$V_1 = \frac{\nu R T_1}{P_1}$ $\quad V_2 = \frac{\nu R T_2}{P_2}$

$\boxed{\frac{8{,}31}{2} = 4{,}155 \quad \frac{3}{2}R = 8{,}31 + 4{,}155 = 12{,}465}$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\nu R T_2}{P_2}}{\frac{\nu R T_1}{P_1}} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{500}{300} = \frac{5}{3}$

3) $Q_1 = |Q_2| + \Delta Q$ т.к. $P = const$, то $C = C_p = C_V + R = \frac{5R}{2} + R = \frac{7R}{2}$, $\Delta Q = Q_1 - |Q_2|$, $Q = C\nu\Delta T$, $-|Q_2| = Q_2$ т.к. $Q_2 < 0$ т.к. $T < T_2$ К ~~...~~ т.к. при изобарном процессе при $T\downarrow$ $V\downarrow$

$\Delta Q = C\nu\Delta T_1 - C\nu\Delta T_2$, т.к. газы обмениваются теплом только друг с другом, то $T_1 < T < T_2$

$\Delta Q = C\nu(\Delta T_1 - \Delta T_2) = C\nu(T - T_1 - T + T_2) = C\nu(T_2 - T_1)$

$\Delta Q = \frac{R}{2} \cdot \frac{3}{R}(500 - 300) = \frac{3}{2} \cdot 200 = 300$ Дж

~~$Q_1 + Q_2 + \Delta Q = C\nu\Delta T_1 + C\nu\Delta T_2 = C\nu(\Delta T_1 + \Delta T_2) = C\nu(T - T_1 + T - T_2)$~~ ①

$Q_1 + Q_2 = C_V\nu\Delta T_1 + A_1 + C_V\nu\Delta T_2 + A_2 = C_V\nu(\Delta T_1 + \Delta T_2) + (-A_2) + A_1$ ②

~~① − ②~~ = вычтем из ① ③

$\Delta Q = C\nu(2T - T_1 - T_2)$

2) т.к. поршень проводит тепло, то $Q_1 + Q_2 = 0$

$\frac{i}{2}\nu R\Delta T_1 + A_1 + \frac{i}{2}\nu R\Delta T_2 + A_2 = 0$

$\frac{i}{2}\nu R(\Delta T_1 + \Delta T_2) - A_2 + A_1 = 0 \quad |: \frac{i}{2}\nu R$

$\Delta T_1 + \Delta T_2 = 0$; $T - T_1 + T - T_2 = 0$; $2T - T_1 - T_2 = 0$; $2T = T_1 + T_2$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300 + 500}{2} = 400$ К

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q = C\vartheta\Delta T = C_p\vartheta\Delta T = C_p\vartheta(T-T_1) = Q_1 = -Q_2 = -C_p\vartheta(T_2-T)$

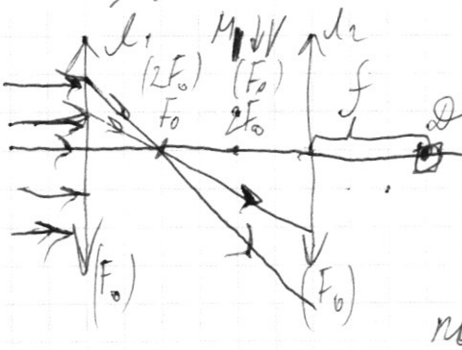
$\frac{Q_{отд}}{\vartheta} = C_p = C_V + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$

$Q_{отд} = \frac{7}{2}R \cdot \frac{3}{7} \cdot (400-300) = \frac{3}{2}R \cdot 100 = 12,465 \cdot 100 = 1246,5$ Дж

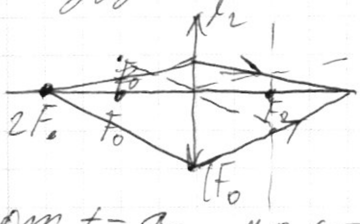
Ответ: 1) $\frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{3}$; 2) $T = 400$ K; 3) $Q_{отд} = 1246,5$ Дж

№5.

Дано:
F_0
D
τ_0
$f = ?$
$V = ?$
$t_1 = ?$



Лучи, проходящие ⊥ оси (ГОО) линзы пройдут через фокус. Заметим, что, т.к. $D_1 = D_2 = D$, то через две линзы пройдут только те лучи, которые попадут в $Л_1$ не выше ~~и не ниже~~ $\frac{D}{4}$ ~~от~~ над осью и не ниже $\frac{D}{4}$ под осью ⇒ только они будут влиять на ток



т.к. $I_1 = 3\frac{I_0}{4}$, а $I = I(P)$, где P — мощность света, то $P_1 = \frac{3P_0}{4}$ ⇒ мишень M загораживает $\frac{1}{4}$ всех лучей ⇒ длина M $= \frac{D}{4}$

Наибольшее воздействие на ток она производит от $t = \tau_0$ до $t = t_1$ ⇒ в это время мишень находится перед $Л_2$, а от $t = 0$ до $t = \tau_0$ "заходит" на линзу, проходя расстояние, равное своей длине ⇒ $V = \frac{S}{t} = \frac{\frac{D}{4}}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$

т.к. лучи начинают быть расходящимися на $2F_0$ от $Л_2$, то можно считать, что там находится точечный источник света, а при $d = 2F_0$ в собирающей линзе $f = 2F_0$ и $Г = 1$ ⇒ $f = 2F_0$

За время $t_1 - \tau_0$ M проходит путь, равный D ⇒ $t_1 = \frac{D}{V} + \tau_0$

$t_1 = \frac{D}{\frac{D}{4\tau_0}} + \tau_0 = 4\tau_0 + \tau_0 = 5\tau_0$

Ответ: $f = 2F_0$, $V = \frac{D}{4\tau_0}$ и $t_1 = 5\tau_0$

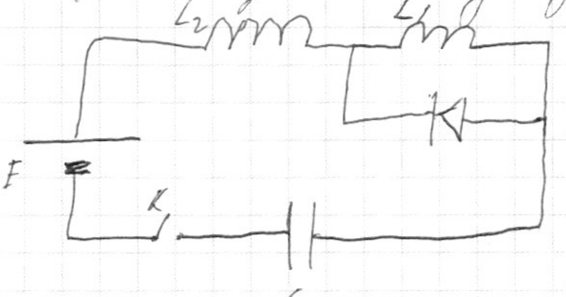
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№ 4

Дано:
$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C, E

$T = ?$
$I_{M1} = ?$
$I_{M2} = ?$

Т.к. в цепи есть диод, то $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$, где T_1 – период колебаний без L_1, а T_2 – период колебаний без диода



$T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{LC}$

~~$T_2 = 2\pi$~~ L катушек складываются при последовательном соединении $\Rightarrow L_0 = L_1 + L_2 =$
$= 2L + L = 3L$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_0 C} = 2\pi\sqrt{3LC}$

$T = \pi\sqrt{LC} + \pi\sqrt{3LC} = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3}) \approx \pi\sqrt{LC}(1+2,9929)$

$T \approx \pi\sqrt{LC}(3,9929)$

Т.к. в цепи резисторов нет, а диод идеален, то
$U_{c\,max}$ (напряжение на конденсаторе максимально) $= E \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{C U_{c\,max}^2}{2} = \frac{CE^2}{2}$

ЗСЭ при разрядке конденсатора:
~~т.к. L_1 и L_2 последовательны, то $I_{m1} =$~~, т.к. L_1 и L_2 последовательны, то $I_{m1} = I_{m2}$

$\frac{C U_{c\,max}^2}{2} = \frac{L_1 I_{M2}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow I_{M2} = \sqrt{\frac{CE^2}{L_1}} = \sqrt{\frac{CE^2}{2L}}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3}) \approx \pi\sqrt{LC}(3,9929)$; $I_{M2} = \sqrt{\frac{CE^2}{2L}}$
$I_{M1} = \sqrt{\frac{CE^2}{2L}}$

$V = \cancel{const}$

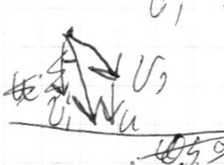
$v_1' \cos 2 = v_2' \cos\alpha$

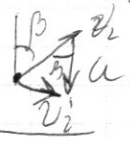
т.к. удар неупругий $p_{\Sigma 1} = p_{\Sigma 2}$

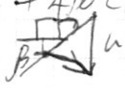
$\Delta E_k = \frac{m}{2}(12-8)(12+8) = \frac{m}{2}\cdot 4\cdot 20 = 40m$

$v_1' \sin$

$\Delta E_k = \frac{m}{2}(u^2 + v_2^2 - 2v_1 u\cos\beta - u^2 - v_1^2 + 2v_1 u\cos\alpha) = \frac{80m}{2}$







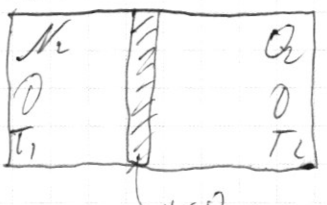
~~$v_1' \sin\frac{\alpha}{2} = v_2' \sin\cos\frac{\alpha}{2}\gamma$~~

$v_1 \sin\alpha = v_1' \sin\frac{\alpha}{2}$

$u^2 + 10u$

μ^2

$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow C(T - T_1 + T - T_2) = 0$



$\nu = \frac{3}{7}$

$T_1 = 300$

$T_2 = 500$

$\sqrt{3} > 1{,}7$

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

$i = 5$ $C_p = \frac{7R}{2}$

N_2:

$p\Delta V = \nu R\Delta T$

O_2:

$p\Delta V = \nu R\Delta T$

$\Delta V_{N_2} = \Delta V_{O_2}$; $T_{O_2} = T_{N_2}$

ΔV Если $p = const$, то $C = C_p = \frac{7}{2}R$, $Q = C\nu dT$, $\Delta U = C_V dT$

$\Delta Q = Q_2 - Q_1 = \frac{7}{2}\cdot\frac{3}{7}(T_0 - 500 - T_0 + 300) = \frac{3}{2}\cdot 200 = 300$ Дж

$Q_1 = Q_2$

$A_1 = A_2$

$\Delta U = 300$

$\Delta Q + p\Delta V + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_1 = p\Delta V + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_2$

$Q = \frac{5}{2}\nu R(\Delta T_2 - \Delta T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_0 - T_0 + T_1) - \frac{5}{2} = 5\nu R(400 - T_0)$

$\frac{5}{2}\nu R(\cancel{T_0} - T_1 - \cancel{T_0} + T_2) = 300$

$\frac{5}{2}\cdot\frac{3}{7}\cdot 8{,}31\cdot 200 = 300$; $\frac{5}{4}\cdot 8{,}31 \neq 1$

$p = const$ $A_1 = A_2 = p\Delta V \Rightarrow Q_1 = Q_2 + \Delta Q$

$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = \frac{7}{2}\nu dT_1 - \frac{7}{2}\nu dT_2 = \frac{7}{2}\nu(\cancel{T_0} - T_1 - \cancel{T_0} + T_2) = \frac{7}{2}\cdot\frac{3}{7}\cdot 200 = 300$

изотермия $T = const$: $PV = const$

$n = 1$

$1 = \frac{C - \frac{3}{2}R}{C - \frac{3}{2}R}$ $C - \frac{3}{2}R = C - \frac{5}{2}R$

$p = const$; $n = 0$ $PV^0 = const$

$0 = \frac{C - \frac{5}{2}R}{C - \frac{3}{2}R}$

$C = \frac{5}{2}R = C_p$

AB: было: $v_1\cos\alpha$

стало: $v_1\cos\alpha + u$

BC было: $v_1\sin\alpha$

стало $v_1\sin\alpha$ $= v_1'\sin\gamma$

$8\cdot\frac{3}{7} = 0$

2

$v_1'\sin\gamma = v_1''\sin\alpha$

$u^2 + v_1^2 + 2v_1 u\cos\alpha = v_1^2\sin^2\alpha$ $v_1^2\cos^2\alpha$

В начале: $80 = v_2^2 - v_1^2 - 2v_1 u\cos\beta + 2v_1 u\cos\alpha$

$\frac{P_1V_1}{\nu R} = T_1$ $\frac{P_2V_2}{\nu R} = T_2$

$2v_2 u\cos\beta = 2v_1 u\cos\alpha$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{3}{5}$

$A_1 = P'V'$

17 · 17 = 119 + 170 = 289

1,73 · 1,73 = 519 + 12110 + 17300 = 2,9929

1,72 · 1,72 = 344 + 12040 + 17200 = 2,9584

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

МФТИ

ШИФР

(заполняется секретарём)

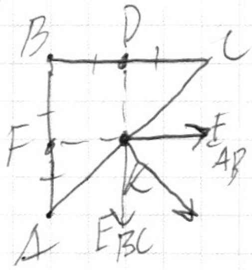
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3. $\sqrt{2} > 1,4$

$\frac{\pi}{4} = 45^0$

$\Delta E_k = \frac{m}{2}(v_1'^2 - v_2'^2) = \frac{m}{2}(u^2 + v_1^2 + 2v_1 u \cos\alpha -$
$- u^2 - v_2^2 + 2 v_2 u \cos\beta = \frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2) + 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$

$\Delta E_k =$



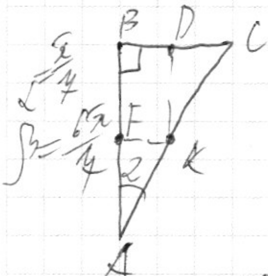
$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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

$\frac{1}{2}(64 - 144 + 2u(2\sqrt{7} + 6\sqrt{3}) = \Delta U$

$-40 + u(2\sqrt{7} + 6\sqrt{3}) = \Delta U$

$E_{\Sigma K} = \sqrt{2}\, E_{AB}$



$\vec{E}_{\Sigma K} = \vec{E}_F + \vec{E}_D$

1,43 143 × 143 = 429, 5720, 14300, 1,4449

142 × 142 = 284, 5680, 14200, 1,9964

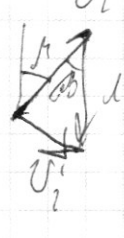
$tg\alpha = \frac{S_{BC}}{S_{AB}} = tg\frac{\pi}{4}$ $\quad \frac{E_{AB}}{E_{BC}} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S_{AB}}}{\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0 S_{BC}}} = \frac{S_{BC}}{2S_{AB}} = \frac{1}{2tg\alpha}$

$E_{BC} = 2tg\alpha\, E_{AB}$ $\quad \vec{E}_{\Sigma K} = \sqrt{E_{AB}^2 + 4tg^2\alpha\, E_{AB}^2} = E_{AB}\sqrt{1 + 4tg^2\alpha}$

№ 1

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\alpha$; $v_1 \cdot \frac{3}{4} = v_2 \cdot \frac{1}{8}$; $8 \cdot \frac{3}{2} = v_2$

$v_2 = 12$ м/с



$v_1\sqrt{1 - \sin^2\alpha} = v_2\sqrt{1 - \sin^2\beta}$

$8\sqrt{1 - \frac{9}{16}} = 12\sqrt{1 - \frac{1}{64}}$ $\quad 2\sqrt{\frac{7}{16}} = 3\sqrt{\frac{3}{4}}$

$\frac{2\sqrt{7}}{4} = \frac{3\sqrt{3}}{2}$; $3\sqrt{3} \neq \sqrt{7}$

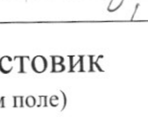
$-\cos\alpha$

$v_1' = \sqrt{u^2 + v_1^2 - 2v_1 u \cos(180 - \alpha)}$

$\sin(180 - \alpha) = \sin\alpha$

в СО плиты

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



$v_1' = \sqrt{u^2 + v_1^2 + 2v_1 u\cos\alpha}$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

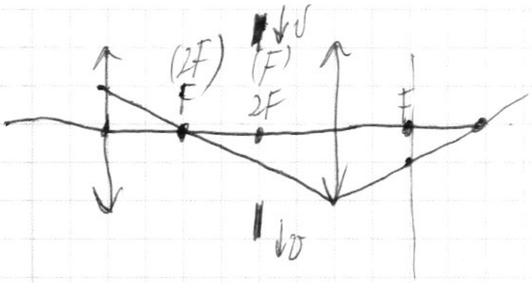
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)