Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

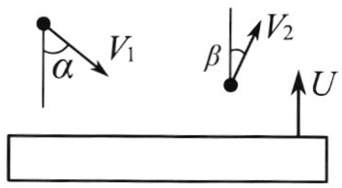
Класс 11

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.



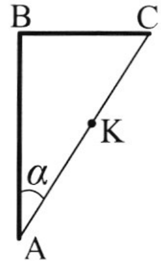
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

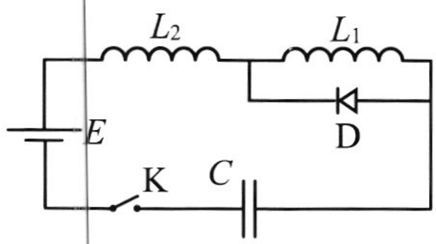
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

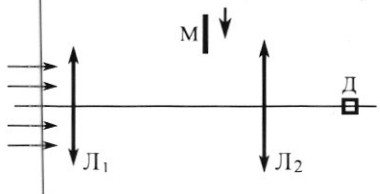
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

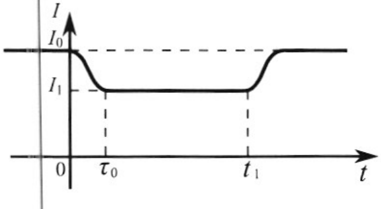
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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

№1. Дано:

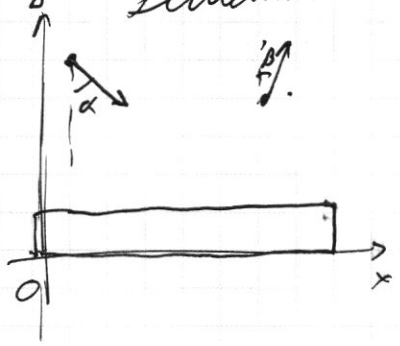
$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$

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

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

1) v_2 — ?

2) u — ?



Решение:

1) По ЗСИ:

$m\vec{v}_1 + M\vec{u} = m\vec{v}_2 + M\vec{u}'$, где m и M — массы шарика и плиты соотв, $\vec{u}'$ — скорость плиты после удара.

В проекции на ось Ox:

$mv_{1x} = mv_{2x}$, т.к. $u_x = 0$, $u'_x = 0$

$v_{2x} = v_{1x} = v_1 \sin\alpha$

$v_{2x} = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = \frac{8 \cdot 3/4}{1/2} = 12 \left(\frac{м}{с}\right)$

2) Перейдём в систему отсчёта, связанную с плитой. В ней $\cancel{v_1'} \neq v_{1x}$ проекции относительных скоростей $\vec{v}_1'$ и $\vec{v}_2'$ равны:

$v'_{1x} = v_{1x}$, $v'_{1y} = v_{1y} + u$, $v'_{2x} = v_{2x}$, $v'_{2y} = v_{2y} - u$.

($\vec{u}_1' \approx \vec{u}$, т.к. плита массивная)

~~По ЗСИ в проекции на ось Oy:~~

$\cancel{m(v_{1y} + u) = -m(v_{2y} - u) \Rightarrow v_{1y} = -v_{2y}}$

~~По ЗСЭ в проекции на ось Oy:~~

$\cancel{\frac{m(v_{1y} + u)^2}{2} = \frac{m(v_{2y} - u)^2}{2} + Q}$

$\cancel{Q = \frac{m}{2}\left((v_{1y}+u)^2 - (v_{2y}-u)^2\right)}$

$v_{1y} = -v_1 \cos\alpha = -v_1\sqrt{1-\sin^2\alpha} = -8\sqrt{1-\left(\frac{3}{4}\right)^2} = -2\sqrt{7}\left(\frac{м}{с}\right)$

$v_{2y} = v_2 \cos\beta = v_1\sqrt{1-\sin^2\beta} = 12\sqrt{1-\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 6\sqrt{3}\left(\frac{м}{с}\right)$

$m v_{1y}' \geq -m v_{2y}'$ при неупругом ударе

По ЗСИ $m(v_{1y}-u) \geq -m(v_{2y}+u)$

$v_{1y} - u \geq -v_{2y} + u$

$2u \leq v_{1y} + v_{2y} \to u \leq \frac{v_{1y}+v_{2y}}{2}$

$u \leq \frac{-2\sqrt{7}+6\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}-\sqrt{7} \left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: 1) $v_2 = 12\frac{м}{с}$; 2) $u \leq 3\sqrt{3}-\sqrt{7}\,\frac{м}{с}$.

№3. Дано:

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

$(\sigma_{AB})_1 = 0$

$(\sigma_{AB})_2 = \sigma_{BC}$

2) $\sigma_1 = 2\sigma$

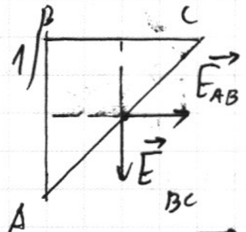
$\sigma_2 = \sigma$

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

1) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}}$ -?

2) E_k -?

Решение:



Поле, создаваемое каждой пластиной, можно считать однородным.

$\vec{E}_{k1} = \vec{E}_{BC} \Rightarrow E_{k1} = E_{BC}$ — напряжённость поля, создаваемого пластиной BC.

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

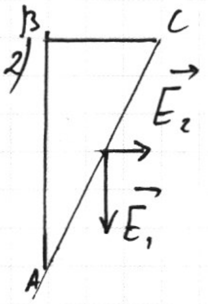
$\vec{E}_{k2} = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}$ по принципу суперпозиции (E_{AB} — напряжённость поля от пластины AB)

ΔABC прямоугольный $\Rightarrow \vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC}$

$E_{k2}^2 = E_{BC}^2 + E_{AB}^2 = 2E_{BC}^2$

$E_{k2} = E_{BC}\sqrt{2} \Rightarrow \frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{E_{BC}\sqrt{2}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Аналогично п. 1 по принципу суперпозиции:

$\vec{E}_к = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ ($\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ — напряжённости полей пластин BC и AC соотв.)

$E_к = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$, г

Т.к. пластины бесконечные плоские, их поле можно считать однородным и равным

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

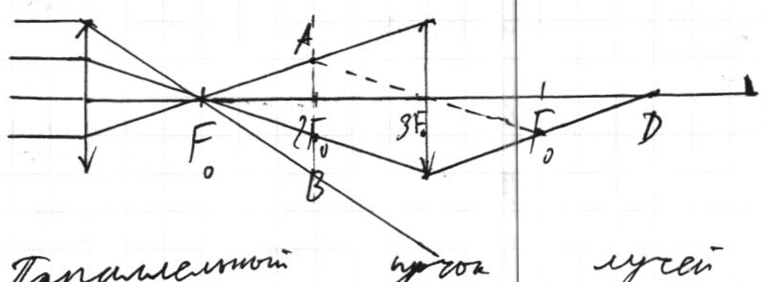
$E_к = \sqrt{\left(\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз; 2) $E_к = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$

№5. Дано: F_0, D, t_0

1) f_2 — ?
2) V — ?
3) t_1 — ?

Решение:



Параллельный пучок лучей после преломления в первой линзе соберётся в ~~...~~ фокусе линзы, удалённом на расстоянии $d_2 = 2F_0$ от второй линзы.

По ф. тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f_2 = \frac{1}{\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d_2}} = \frac{1}{\frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0}} = 2F_0$$

Значит, чтобы лучи собирались в детекторе, его нужно поместить на расстоянии $2F_0$ от второй линзы.

2) Из подобия следует, что $AB = \frac{D}{2}$.

(т.к. AB в два раза ближе к фокусу, откуда исходят падающие на $Л_2$ лучи).

Площадь сечения пучка равна $\frac{\pi}{4} \cdot AB^2$

Если закрыть какую-то часть этого сечения, то на детектор будет падать света также на эту часть меньше, а поскольку сила тока пропорциональна мощности света, то и она уменьшится на эту часть.

По условию сила тока уменьшилась на $\frac{1}{4}$ часть $\Rightarrow$ закрылась $\frac{1}{4}$ сечения.

~~Зак~~ Площадь закрытой части равна $\frac{\pi d^2}{4}$, где d – диаметр мишени.

$$\frac{\pi d^2}{4} : \frac{\pi AB^2}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow \left(\frac{d}{AB}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow d = \frac{AB}{2} = \frac{D}{4}$$

Пока мишень не вошла в пучок полностью, сила тока уменьшается от момента касания границы пучка. Ток уменьшался в течение времени τ_0, значит за это время коснувшийся границы первый край мишени прошёл расстояние d.

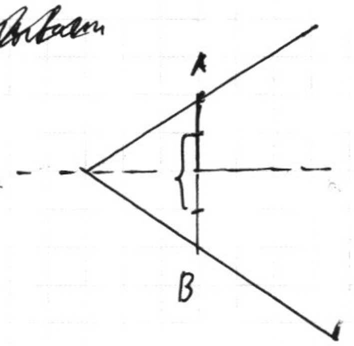
$$d = V\tau_0 \Rightarrow V = \frac{d}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Мишень проходит, будучи полностью в пучке ~~вся в пучке~~ расстояние

~~$\frac{AB}{2}$, пока ~~ ~~(от касания верхним краем A до касания нижней гранью B)~~



$$AB - d = \frac{AD}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}.$$

Это расстояние она проходит за время $t_1 - \tau_0$

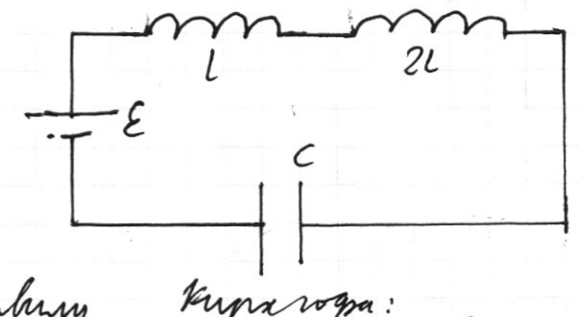
$$V(t_1 - \tau_0) = \frac{D}{4} \Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{D}{4V} = \tau_0 + \frac{D}{4 \cdot D/4\tau_0} = 2\tau_0$$

Ответ: 1) $2F_0$; 2) $V = \frac{D}{4\tau_0}$; 3) $t_1 = 2\tau_0$.

№4. Дано:
$\mathcal{E}$
$L_1 = 2L$, $L_2 = L$
C
1) $T - ?$
2) $I_{m1} - ?$
3) $I_{m2} - ?$

Решение:

В первой части периода (время T_1) когда ток идёт по направлению действия ЭДС, ~~???~~ диод он не протекает. Цепь принимает вид:



По II правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = \cancel{\frac{q}{C}} U_C + U_{L1} + U_{L2},$$ где $U_C = \frac{q}{C}$ — напряжение на конденсаторе
$U_{L1} = 2LI'$ — напряжение на L_1
$U_{L2} = LI'$ — напряжение на L_2

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + 3LI' \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q}{C} + 3Lq'' \quad \Big| \cdot C$

$q - \mathcal{E}C + 3LCq'' = 0$

Обозначим $q - \mathcal{E}C = Q \to Q'' = q''$.

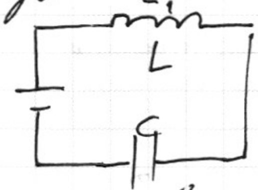
$Q + 3LCQ'' = 0 \to$ ур-ие гармонических колебаний

с периодом $2\pi\sqrt{3LC}$.

Но нас интересует только полупериод, когда напр. тока совпадает с напр. ЭДС

$T_1 = \pi\sqrt{3LC}$.

Во второй части периода (время T_2) диод замыкает выводы $L_1 \Rightarrow$ ток через неё не протекает.



Аналогично:

$Q + LCQ'' = 0 \Rightarrow$ период равен $2\pi\sqrt{LC}$

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

$T = T_1 + T_2 = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$

2) Возвращаясь к уравнению для первой части периода (только тогда ток L_1 отличен от 0), получим:

$Q = -Q_m \cos\frac{t}{\sqrt{3LC}}$

$q - C\mathcal{E} = Q_m \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$

$q = C\mathcal{E} - Q_m \cos\frac{t}{\sqrt{3LC}}$

В момент $t=0$ $q=0$

$C\mathcal{E} - Q_m = 0 \Rightarrow Q_m = C\mathcal{E}$.

$q = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\frac{t}{\sqrt{3LC}}$

$I = q' = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}} \sin\frac{t}{\sqrt{3LC}}$ $\quad I_{m1} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{3LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) В первой части периода $(I_{m2})_1 = (I_{m2})_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

Аналогично рассуждая для второй части периода, получим $(I_{m2})_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} > \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

Ответ: 1) $\pi\sqrt{LC}\cdot(\sqrt{3}+1)$ 2) $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; 3) $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$.

№2. Дано:

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

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

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль\cdot K}$

1) $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}}$ – ?

2) T – ?

3) Q – ?

Решение:

1) Т.к. температуры газов выравниваются медленно и поршень движется медленно, процесс можно считать изобарным, причём давление газов равно.

$p_1 = p_2 = p$.

По ур-ию Менделеева-Клапейрона для азота: для кислорода:

$pV_{N_2} = \nu RT_1$ $pV_{O_2} = \nu RT_2$

$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = ~~\frac{3}{5}~~ 0{,}6$

2) В изобарном процессе по I з. термодинамики

$\Delta U = Q + A$.

Для азота:

$\Delta U_1 = Q_1 - ~~A_1~~ p\Delta V$

(объём увеличился)

Для кислорода:

$\Delta U_2 = Q_2 + p\Delta V$

(объём уменьшился.

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 7

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

$Q_1 + Q_2 = 0$, т.к. сосуд теплоизолированный;

$Q_2 = -Q_1$

$\Delta U_1 = Q_1 - p\Delta V$, $\Delta U_2 = -Q_1 + p\Delta V = -\Delta U_1$.

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$.

$\Delta U_1 = C_V \nu \Delta T_1 = C_V \nu (T - T_1)$

$\Delta U_2 = C_V \nu \Delta T_2 = C_V \nu (T_2 - T_2)$

$\Delta U_2 = -\Delta U_1 \Rightarrow T_1 - T_2 = -(T - T_1)$

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

3) $Q_1 = C_p \nu \Delta T$

$C_p = C_V + R$ по ф. Майера

$C_p = \frac{7}{2} R$.

$\Delta T = T - T_1 \neq \cancel{400} = \frac{T_1 + T_2}{2} - T_1 = \frac{T_2 - T_1}{2}$

$Q = \frac{7}{2} \nu R \cancel{(\ )} \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{7}{4} \nu R (T_2 - T_1)$

$Q = \frac{7}{4} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot (500 - 300) \approx 1246,5$ (Дж)

Ответ: 1) 0,6; 2) 400K; 3) 1246,5 Дж.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

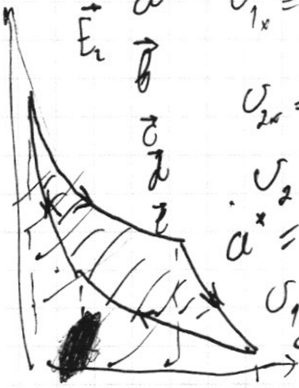
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$v_{1x} = 6\ \frac{м}{с}$

$v_{2x} = 6\ \frac{м}{с}$

$v_2 = 12\ \frac{м}{с}$

$a^x = b$

$v_{1y} = \frac{3\sqrt7}{2}\ \frac{м}{с}$

$v_{2y} = 6\sqrt3\ \frac{м}{с}$

$\log_a b - \log_a c = \log_a \frac{b}{c}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt7}{4}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt3}{2}$

$\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$

$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$

$Q_1 = \nu R T_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$

$Q_2 = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_4}$

$\frac{m(2\sqrt7)^2}{2} = \frac{m(6\sqrt3)^2}{2} + Q$

$14m =$

$u = v_{2y} - u$

$2u = 6\sqrt3 - \frac{3\sqrt7}{2}$

$\frac{3LI^2}{2} + \frac{Cq^2}{2C} = \mathcal{E}q$

$u = \frac{12\sqrt3 - 3\sqrt7}{4}\ \frac{м}{с}$

$\frac{V_1}{V_3} = \frac{V_2}{V_4}$

$v_{2y} \cdot \frac{\sqrt3}{2}$

$\frac{8\sqrt7}{4} = 2\sqrt7$

$6\sqrt3 - \frac{m}{2}(v_{1y} - v_{2y} + 2u)(v_{1y} + v_{2y}) = Q$

$p_1 V_1^\gamma = p_4 V_4^\gamma$

$v_{1y} \cdot \frac{\sqrt7}{4}$

$2v_1v_2$

$v_{1y} - v_{2y} = -2u$

$\frac{3\sqrt7}{2} - \frac{12\sqrt3}{2} + \frac{12\sqrt3 - 3\sqrt7}{2}$

$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{2C}$

$2C\mathcal{E} = q$

$-v_{1y} - u$

$-v_{2y} + u$

$-v_{1y} = v_{2y}$

$Q = \Delta U + A'$

$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_3}{V_4}$

$V_1 V_4 = V_3 V_2$

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

$-v_{2y} + u = v_{1y} + u$

sin cos tg ctg log lg ln lb lim grad div rot deg det

$d \sin\varphi = k\lambda$

$\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d}$

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

Α Β Γ Δ Ε Ζ Η Θ Ι Κ Λ Μ Ν Ξ Ο Π Ρ Σ Τ Υ Φ Χ Ψ Ω

$p_1 V_1^\gamma = p_4 V_4^\gamma$

$\left(\frac{V_1}{V_4}\right)^\gamma = \frac{p_4}{p_1}$

$v_{1y} - u$

$6\sqrt3 - (3\sqrt3 - \sqrt7) = 3\sqrt3 + \sqrt7$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$-2\sqrt7 - (3\sqrt3 - \sqrt7) = -\sqrt7 - 3\sqrt3$

$|v_{1y} - u| > v_{2y} - u$

$v_{1y} - u \quad u - v_{1y}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$-\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=-\frac{1}{F}$ $\quad \frac{1}{d}-\frac{1}{F}$

$\frac{3}{2}kT=$

$p=nkT$

$\frac{3}{2}kT$

$\frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$

$2T_0$

$\pm\frac{1}{d}\pm\frac{1}{f}=\pm\frac{1}{F}$

$\frac{N}{V}\frac{R}{N_A}T=\frac{\nu}{V}RT$

Q

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

$\Delta q=\sigma l\Delta d$ $\quad \frac{D}{4}$

$Q+A'=\Delta U$

ΔQ

$D/4$ $\quad \frac{D}{4T_0}$

Δq

$-p\Delta V+C_p\nu R\Delta T=\frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$8,31 \times 150 = 4155 + 831 = 1246,50$

200

$\sigma l\Delta d$

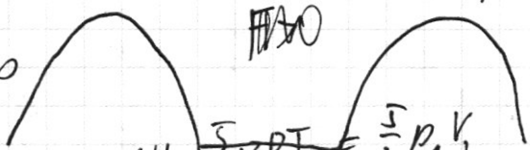
$\frac{7}{2}R$

$F=0$

$F=\infty$

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=0$

$\frac{k\sigma l\Delta d}{\left(\frac{d}{\cos\alpha}\right)^2}=\frac{k\sigma l\Delta d}{d^2}\cos\alpha$



$F=\infty$

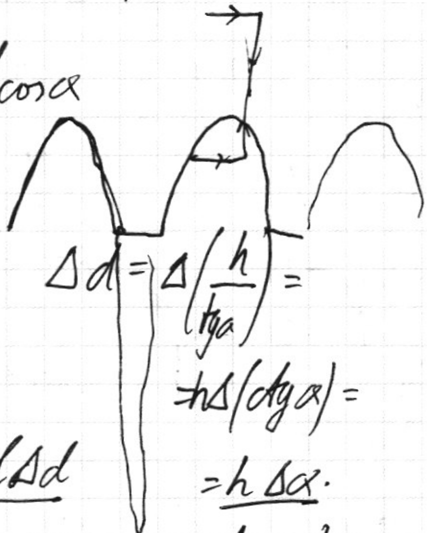
$F\neq0$

$\Delta U_1=\frac{5}{2}\nu RT_1=\frac{5}{2}p_1V_1$

$d=\frac{h}{tg\alpha}$

$\Delta d=\Delta\left(\frac{h}{tg\alpha}\right)=$

$=h\Delta(ctg\alpha)=$



$F\neq0$

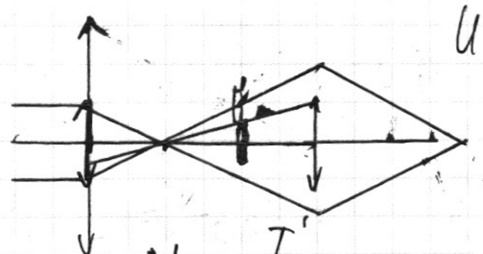
$U_2=\frac{5}{2}\nu RT_2=\frac{5}{2}p_2V_2$

$k\sigma l\Delta d$

$=\frac{h\Delta\alpha}{1+\alpha^2}$

$U=\frac{U_1+U_2}{2}$

$400K$

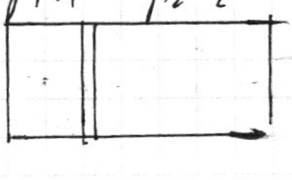


$\frac{D/2-d}{t_1-T_0}$

$d=D\frac{\sqrt{3}}{2}$ $\quad d=\frac{D}{4}$

$p'=p\frac{T_2'}{T_1}$

p_1V_1 $\quad p_2V_2$



$p'V'=p''V''=$

$p''=p'\frac{V'}{V''}=p\frac{T_2'}{T}\cdot\frac{V'}{V''}$ $\quad \frac{3}{4}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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