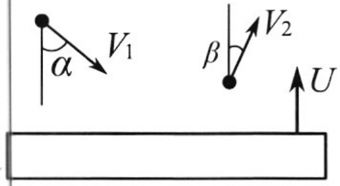
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-01

Шифр
(заполняется секретарём)



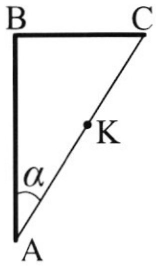
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик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

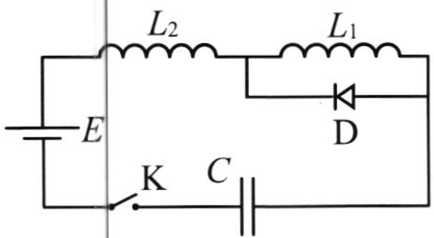
1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. 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?

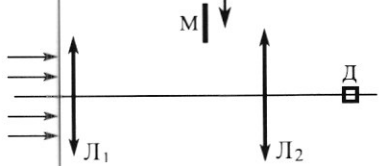
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

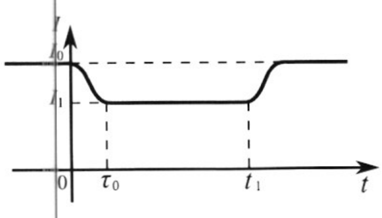


4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

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

№2

Дано:

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$

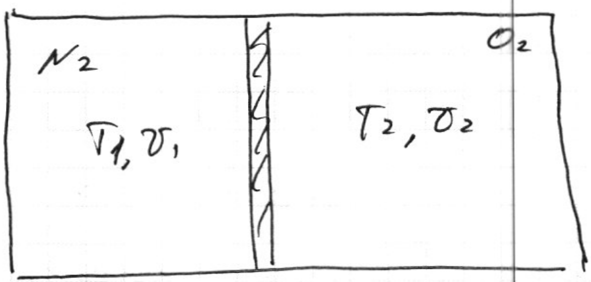
$T_2 = 500K$

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

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

2) T - ?

3) Q - ?



1) т.к. сказано, что процесс протекает медленно, значит его можно считать квазистатическим. => давления азота и кислорода в любой момент равны.

$$P = \frac{\nu R T}{V}$$

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}} = 0,6$$

2) T - уст. температура

ЗСЭ: (для системы)

$$\frac{5}{\cancel{2}}\cancel{\nu} R T_1 + \frac{5}{\cancel{2}}\cancel{\nu} R T_2 = \frac{5}{\cancel{2}}\cancel{\nu} R T + \frac{5}{\cancel{2}}\cancel{\nu} R T$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$T_1 + T_2 = 2T$

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

$T = \frac{300+500}{2} = 400\ K$

$\boxed{T = 400\ K}$

3) Запишем ЗСЭ для двух произвольных моментов:

1) p_1 – давление газов

V_1 – объем азота

V_2 – объем кислорода

2) p_2 – новое давление

ΔV – изменение объема газов (~~одо~~ оно одинаковое ~~по~~ модулю).

$\cancel{\frac{5}{2}} p_1 V_1 + \cancel{\frac{5}{2}} p_1 V_2 = \cancel{\frac{5}{2}} p_2 (V_1 + \Delta V) + \cancel{\frac{5}{2}} p_2 (V_2 - \Delta V)$

$p_1 V_1 + p_1 V_2 = p_2 V_1 + \cancel{p_2 \Delta V} + p_2 V_2 - \cancel{p_2 \Delta V}$

$p_1 \cancel{(V_1 + V_2)} = p_2 \cancel{(V_1 + V_2)}$

$p_1 = p_2$ => Оказывается при таком процессе $p = const$.

$-Q_{кисл} = Q_{азота} = Q$

Т.к. процесс изобарный, мы знаем C_p. $C_p = C_V + R = \frac{7}{2} R$

$Q = C_p \nu \Delta T = \frac{7}{2} \nu R (T - T_1)$

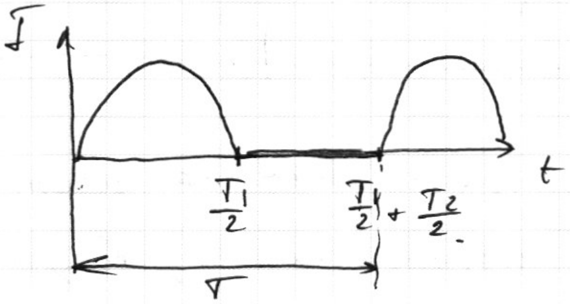
$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 100 \cdot 8{,}31 = \frac{3}{2} \cdot 831 = 1246{,}5$ Дж

$\boxed{Q = 1246{,}5 \text{ Дж}}$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}6$; $T = 400\ K$; $Q = 1246{,}5$ Дж.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

График зависимости $I_1(t)$ ~~в~~ имеет вид



То есть период колебаний тока на L_1:

$$\boxed{T=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}=\pi\sqrt{3LC}+\pi\sqrt{LC}}$$

2) Если I_1 - макс => напряжение на катушках равно 0. (достигается при закрытом диоде).

$\mathcal{E}=\frac{q}{C}$ => $q=C\mathcal{E}$. (q - заряд на конденс. в этот момент)

ЗСЭ:

$$\mathcal{E}\cdot C\mathcal{E}=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}+\frac{2LI_{1m}^2}{2}+\frac{LI_{1m}^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}}=\frac{2LI_{1m}^2}{\cancel{2}}+\frac{LI_{1m}^2}{\cancel{2}}$$

$$C\mathcal{E}^2=3LI_{1m}^2$$

$$\boxed{I_{1m}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}}$$

3) Заметим, что I_{2m} может быть не равен I_{1m}, т.к. при вторых колебаниях

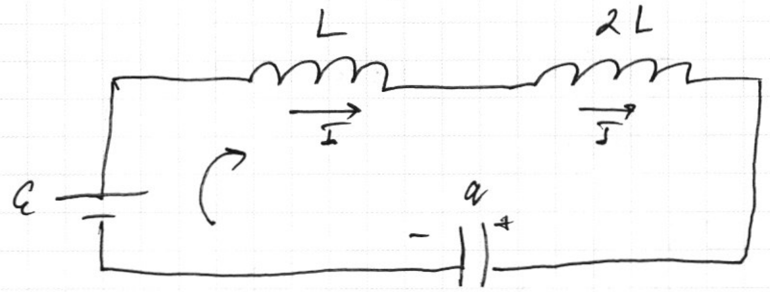
ток сменит направление после того, как заряд станет макс на конд. => $I=0$.

№4.

Дано:
$\mathcal{E}$; $L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C

1) T - ?
2) I_{m1} - ?
3) I_{m2} - ?

1) После замыкания ключа цепь имеет вид.



т.к. ток сначала идет против диода, его можно пока „выбросить из цепи".

2-ой закон Кирхгофа: (в произвол. момент)

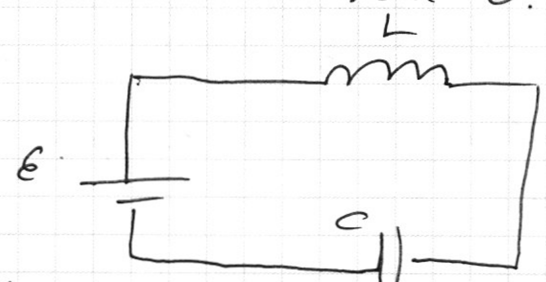
$$\mathcal{E} = L\ddot{q} + 2L\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$3\ddot{q}L = \mathcal{E} - \frac{q}{C}$$

$$\ddot{q} = \frac{\mathcal{E}}{3L} - \frac{q}{3LC} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{3LC}$$

После смены направления тока весь ток будет проходить через диод, т.к. он идеальный и напряжение на нем 0. в открытом состоянии



Аналогично первой схеме находим:
$T_2 = 2\pi\sqrt{LC}$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 4
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

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

Опять же ток макс, когда напряж. на катушке нуль.

$U_C = \mathcal{E}$.

ЗСЭ:

$$\frac{4C\mathcal{E}^2}{2} - \mathcal{E} \cdot C\mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L I_{2m}^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L I_{2m}^2}{2}$$

$$I_{2m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Действительно видим, что $I_{2m} > I_{1m}$.

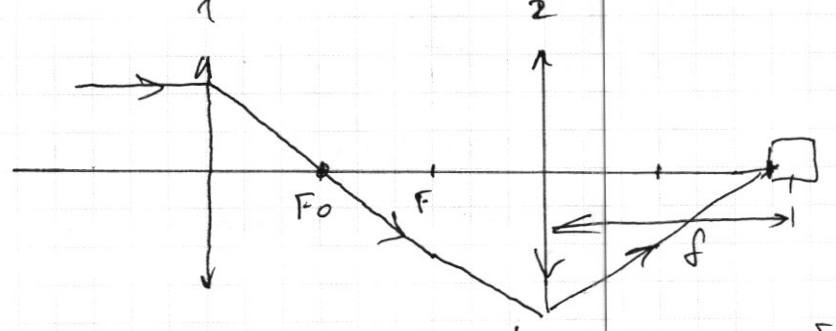
Ответ: $T = \pi(\sqrt{3LC} + \sqrt{LC})$; $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{2C}{3L}}$; $I_{2m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№5.

Дано: F_0; D; T_0

1) f - ?
2) v - ?
3) t_1 - ?

1)



После прохождения Л1 лучи соберутся в фокусе Л1. Поэтому можем поместить туда точечный источник света, он будет на расстоянии $2F_0$ от Л2

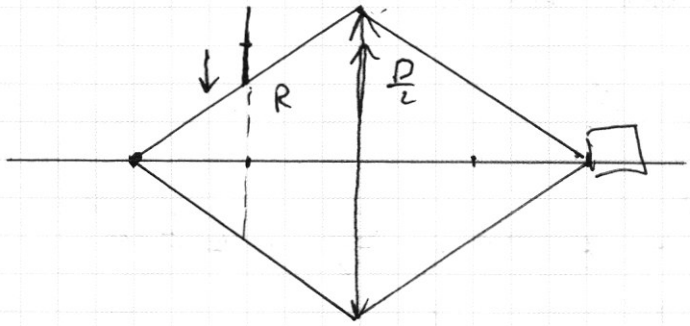
$$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2F_0} \Rightarrow \boxed{f = 2F_0}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

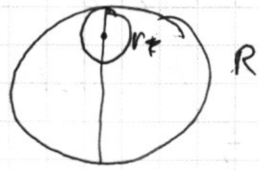
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$I_1 = \frac{3}{4} I_0 \Rightarrow$ из-за мишени теряется четверть энергии.

$W \sim S$.



$\cancel{\pi} r_*^2 = \frac{1}{4} \cancel{\pi} R^2$

$r = \frac{R}{2}$.

Т.к. из подобия △ следует, что $R = \frac{D}{4}$

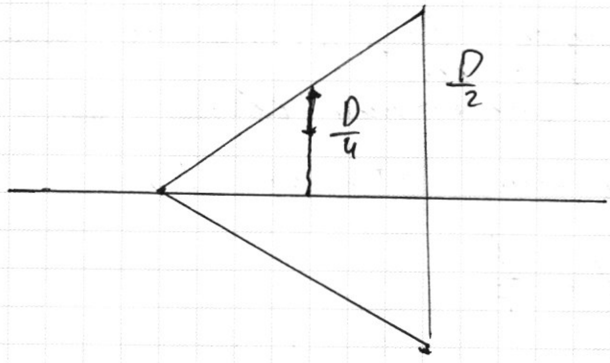
$r = \frac{D}{8}$.

$d = 2r = \frac{D}{4}$

За время τ_0 мишень полностью входит в световой пучок.

$v = \frac{D}{4\tau_0}$

3)



τ_1 – время пока вся мишень препятствует свету.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

За время T_1 мишень пройдет $\frac{D}{4}$.

$$T_1 = \frac{D}{4v} = \frac{D\cdot 4T_0}{4D} = T_0$$

$$t_1 = T_0 + T_1 = 2T_0.$$

Ответ: 1) $\delta = 2T_0$; 2) $v = \frac{D}{4T_0}$; 3) $t_1 = 2T_0$

N1.

Дано:
$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$
$\sin\alpha = \frac{3}{4}$
$\sin\beta = \frac{1}{2}$

1) v_2 - ?
2) u - ?

1) Т.к. по горизонтальной оси импульс не меняется $v_{1x} = v_{2x}$

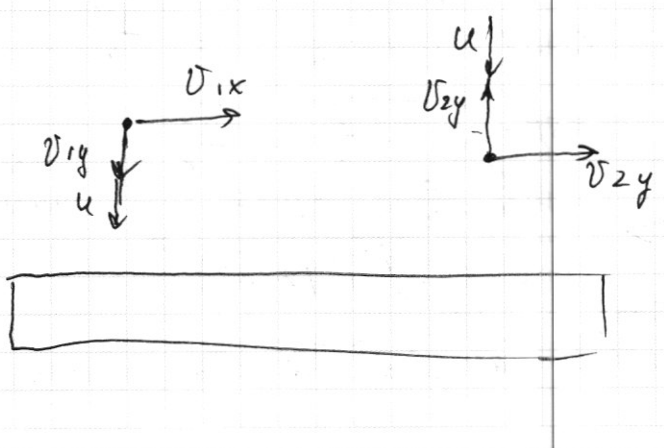
$$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$$

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

$$v_2 = \frac{8\cdot 3\cdot 2}{4\cdot 1} = 12\ \frac{м}{с}$$

$$\boxed{v_2 = 12\ \frac{м}{с}}$$

2) Перейдем в СО плиты.



v_{1y}', v_{2y}' – скорости в СО плиты

$v_{1y}' = v_1 \cos\alpha + u$

$v_{2y}' = v_2 \cos\beta - u$

т.к. удар неупругий, а плита массивная значит потеря энергии идет в тепло

$\boxed{Q > 0}$

$$\frac{m v_1'^2}{2} = \frac{m v_2'^2}{2} + Q$$

$$\frac{m}{2} v_1'^2 - \frac{m v_2'^2}{2} = Q > 0$$

$$v_1'^2 - v_2'^2 > 0$$

$$v_{1y}'^2 + \cancel{v_{1x}^2} - v_{2y}'^2 - \cancel{v_{2x}^2} > 0 \quad (v_{1x} = v_{2x})$$

$$(v_1 \cos\alpha + u)^2 - (v_2 \cos\beta - u)^2 > 0$$

$$v_1^2 \cos^2\alpha + 2 v_1 \cos\alpha u + \cancel{u^2} - v_2^2 \cos^2\beta + 2 v_2 \cos\beta u - \cancel{u^2} > 0$$

$$2u(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) > v_2^2 \cos^2\beta - v_1^2 \cos^2\alpha$$

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

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

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

$$u > \cancel{\frac{144 \cdot \frac{7}{4} - 64 \cdot \frac{3}{2}}{2(8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} + 12 \frac{\sqrt{3}}{2})}} = \frac{144 \cdot \frac{3}{4} - 64 \cdot \frac{7}{16}}{2(8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} + 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})} =$$

$$= \frac{108 - 28}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}} = \frac{80}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}$$

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$; $u > \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}\ \frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

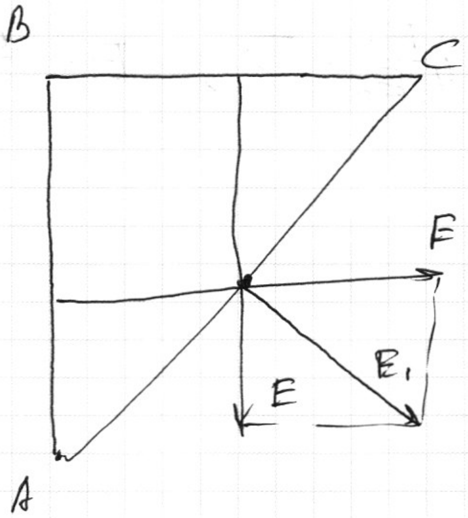
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1)

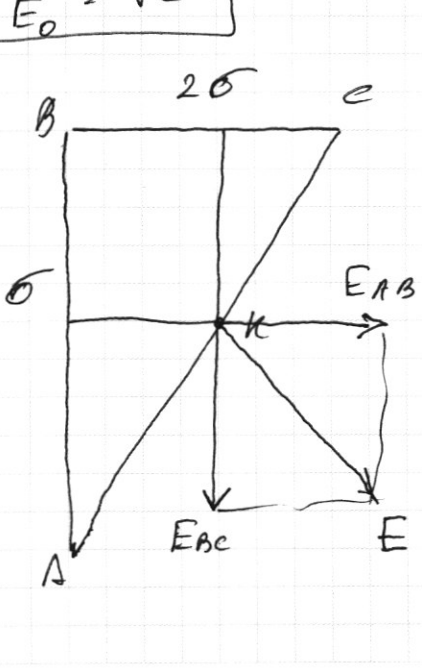


Т.к. пластины заряжены одинаково, они будут создавать одинаковое поле.

$E_1 = \sqrt{E^2 + E^2} = E\sqrt{2}$

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

2)



☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

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

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

$$E = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{5}{4}} =$$

$$= \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$$

Ответ: 1) $\frac{E_1}{E_0} = \sqrt{2}$; $E = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$.

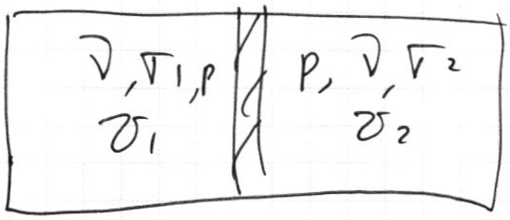
$\nu = \frac{3}{8}$ моль

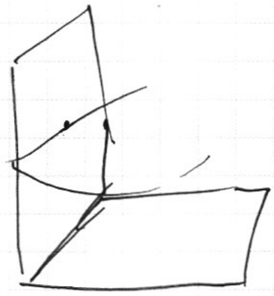
$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

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

№2





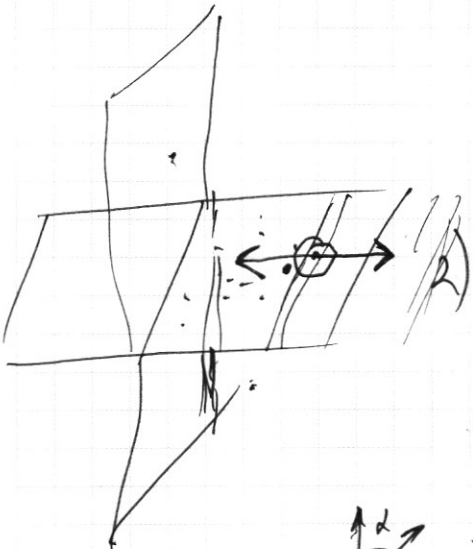
1) $pV = \nu RT$

$p = \frac{\nu RT}{V}$

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

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{500}{300}$

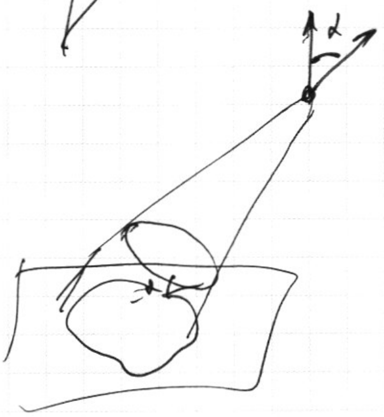
$\frac{V_1}{V_2} = 0{,}6$



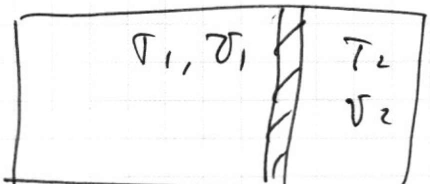
2) $\cancel{\frac{5}{2}}\cancel{\nu R}T_1 + \cancel{\frac{5}{2}}\cancel{\nu R}T_2 = \cancel{\frac{5}{2}}\cancel{\nu R}T + \cancel{\frac{5}{2}}\cancel{\nu R}T.$

$T_1 + T_2 = 2T$

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

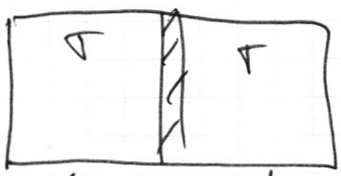


3)



$\frac{V_1}{V_2} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{3L}{5L}$

$\frac{\cancel{\nu RT}}{V_1} = \frac{\cancel{\nu RT}}{V_2}$ $V_2 = V_1$



$E\cos\alpha$

$E_\perp = \frac{k\sigma S}{r^2}\cos\alpha = k\sigma\Omega.$

$\frac{i+2}{2}R = C_p$

$\frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{8}R\cdot 100 = 150R$

☑ черновик ☐ чистовик

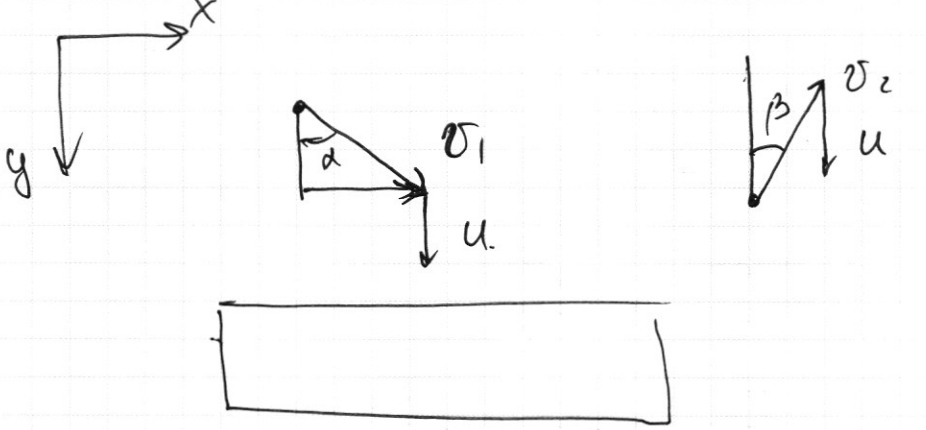
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

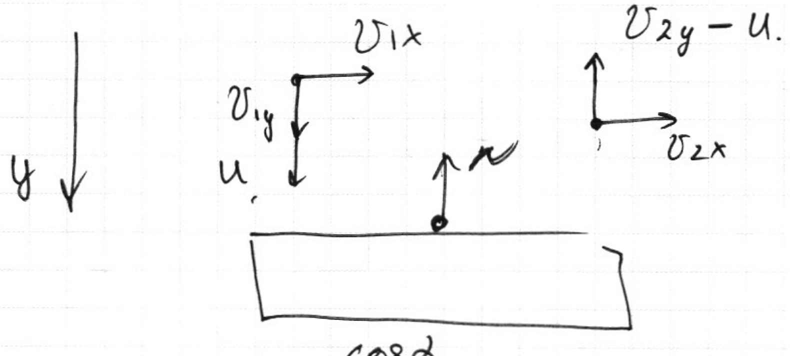
№1.



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

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \cancel{8}^{4}\,\frac{3\cdot 2}{\cancel{4}_{2}\cdot 1} = 12\ \frac{м}{с}.$$

2)



$$v_{1y}' = v_1 \overset{\cos\alpha}{\cancel{\sin\alpha}} + u$$

$$v_{2y}' = v_2 \cos\beta - u.$$

$$-\int N\,dt = m\left(-(v_2\cos\beta - u) - (v_1\cos\alpha + u)\right) =$$

$$= m\left(-v_2\cos\beta \cancel{+u} - v_1\cos\alpha \cancel{-u}\right)$$

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

$$\frac{mv_{1y}^2}{2} = \frac{mv_{2y}^2}{2} + Q$$

$$\cancel{\frac{m(v_1\cos\alpha+u)^2}{2}} \qquad \frac{mv_{1y}^2}{2} - \frac{mv_{2y}^2}{2} = Q > 0$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt7}{4}$$

$$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt3}{2}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 831 \\ 15 \\ \hline +\ 4155 \\ 831 \\ \hline 12465 \end{array}$$

$$8\cdot\frac{3}{4} = v_2\cdot\frac{1}{2}$$

$$v_2 = 12\ \frac{м}{с}$$

$$\begin{array}{r} +\ 831 \\ 415,5 \\ \hline 1246,5 \end{array}$$

$$\frac{\cancel{m}v_{1y}^2}{\cancel{2}} - \frac{\cancel{m}v_{2y}^2}{\cancel{2}} > 0.$$

$$(v_1\cos\alpha+u)^2 - (v_2\cos\beta-u)^2 > 0$$

$$v_1^2\cos^2\alpha + 2v_1\cos\alpha u + \cancel{u^2} - v_2^2\cos^2\beta + 2uv_2\cos\beta - \cancel{u^2} > 0$$

$$2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) > v_2^2\cos^2\beta - v_1^2\cos^2\alpha.$$

$$u > \frac{v_2^2\cos^2\beta - v_1^2\cos^2\alpha}{2(v_1\cos\alpha+v_2\cos\beta)} = \frac{\cancel{144}\cdot\frac{3}{\cancel{4}} - 8\cdot\frac{7}{16}}{2\left(\frac{8\sqrt7}{4}+\frac{12\sqrt3}{2}\right)} =$$

$$\frac{108-\frac{7}{2}}{4\sqrt7+12\sqrt3} = \frac{\frac{216-7}{2}}{4\sqrt7+12\sqrt3} = \frac{209}{8\sqrt7+24\sqrt3}$$

$$\frac{209}{24+36} \qquad 209 \,|\, 60 \to 3 \qquad 12\cdot\frac{3}{2}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

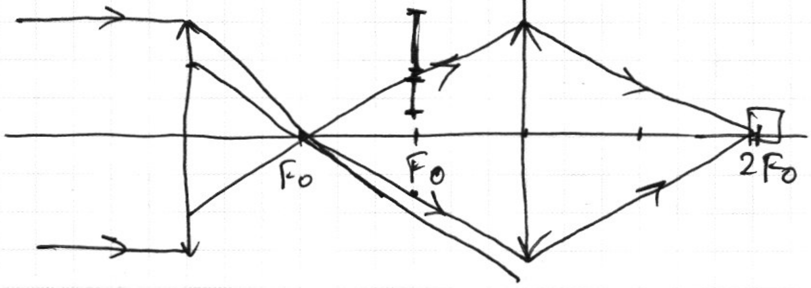
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I = \frac{dW}{dt\, S}$



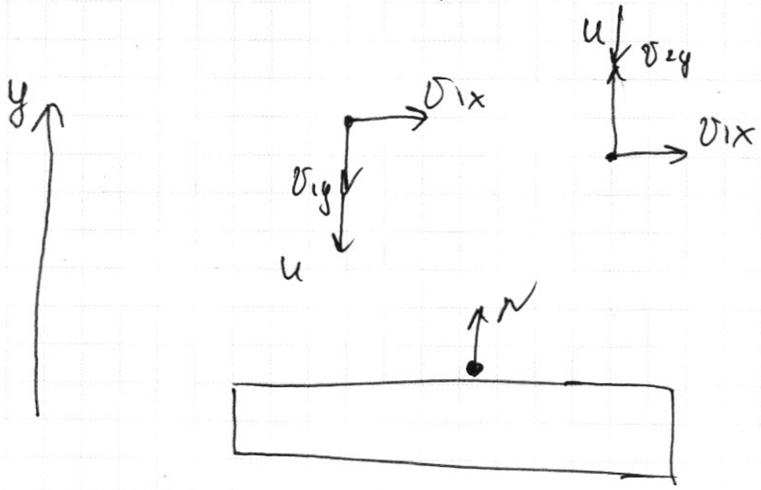
$d = \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{D}{8}$; $\boxed{v = \frac{D}{8 \cdot 4\tau_0}}$

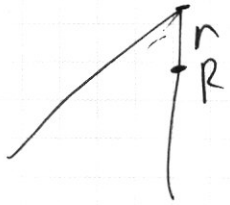
$t_1 - \tau_0 = \frac{D}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{v}$

$\frac{D}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{v} = \frac{3D}{8v}$

$t_1 = \frac{3D}{8v} + \tau_0 = \frac{3\cancel{D} \cdot \cancel{8}\tau_0}{\cancel{8} \cdot \cancel{D}} + \tau_0 = 4\tau_0.$

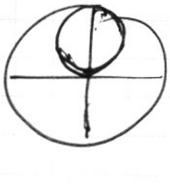
м.





$\cancel{\pi} r^2 = \frac{1}{4} \cancel{\pi} R^2$

$r = \frac{1}{2} R$



$\int N dt = m (v_{2y} + v_{1y})$

$\int N dt = m (v_2 \cos\beta \cancel{- u} + v_1 \cos\alpha \cancel{+ u})$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

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

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}} = \frac{2LI_1^2}{\cancel{2}} + \frac{LI_1^2}{\cancel{2}}$$

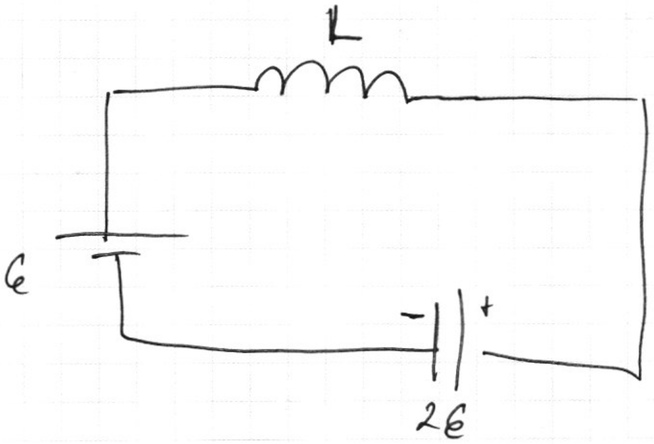
$$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C}$$

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

$$C\mathcal{E}^2 = 3LI_1^2$$

$$I_1 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}.$$

3)



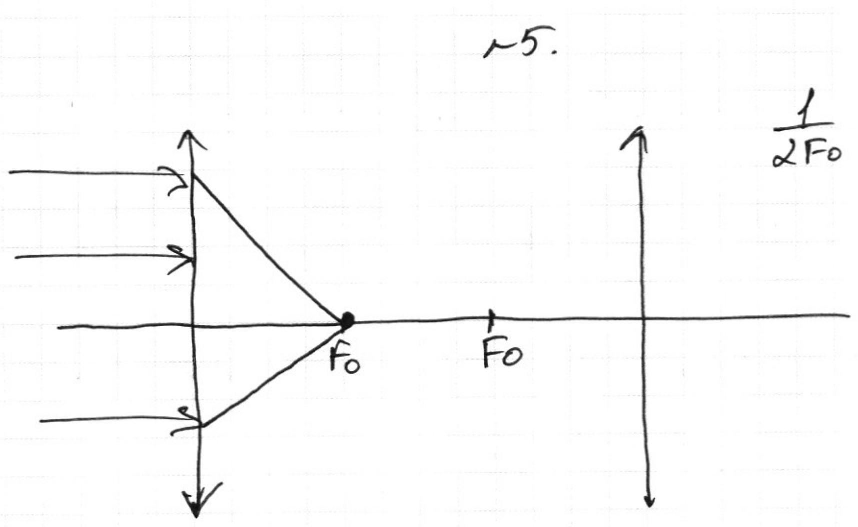
$$\frac{C \cdot 4\mathcal{E}^2}{2} - C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI_2^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}} = \frac{LI_2^2}{\cancel{2}}$$

$$I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} \qquad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

$$I = A\omega = C\mathcal{E}\sqrt{\frac{1}{LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

№5.



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

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

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

$$f = 2F_0.$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

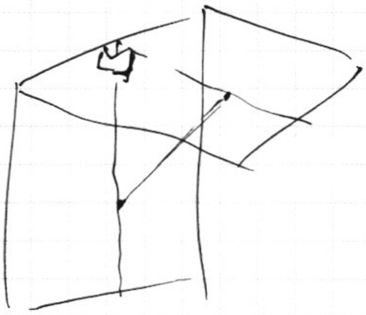
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

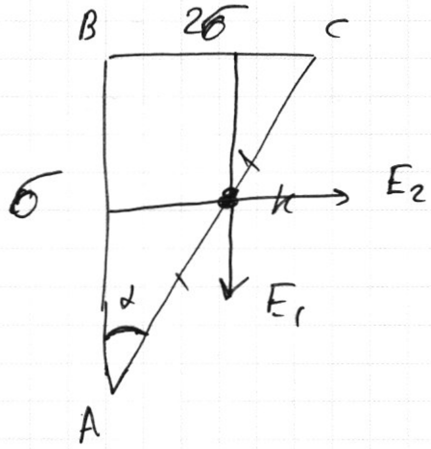
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



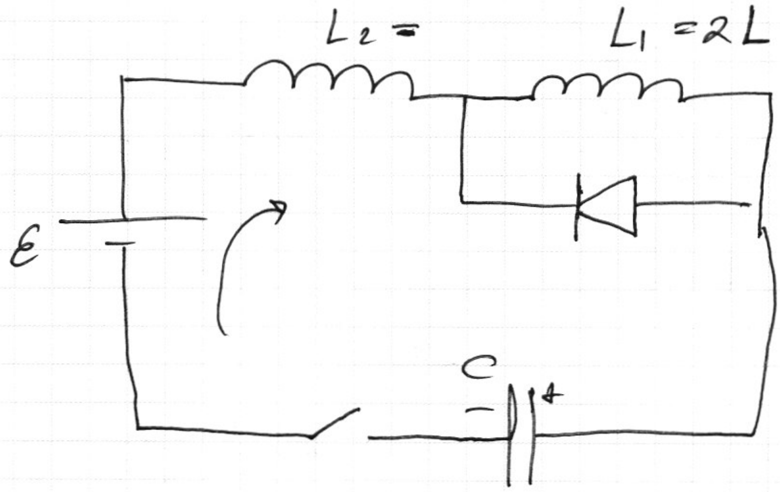


$$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_1 = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0 S} \quad \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S}\sqrt{4+1} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0 S}$$

№4.

1)



$$\mathcal{E} = L_2 \ddot{q} + L_1 \ddot{q} + \frac{q}{C} \qquad \omega = \sqrt{\frac{1}{(L_1+L_2)C}}$$

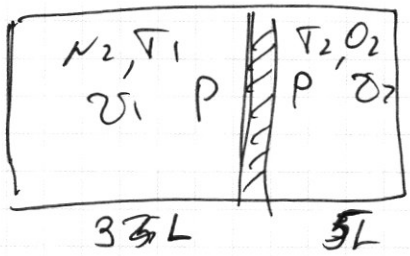
$$\ddot{q}\,(L_1+L_2) = \mathcal{E} - \frac{q}{C} \qquad T = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$$

$$\ddot{q} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} - \frac{q}{C(L_1+L_2)}$$

2) $\mathcal{E} = \frac{q}{C} \qquad q = C\mathcal{E}.$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



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

$$\frac{300}{V_1} = \frac{500}{V_2}$$

$$\cancel{\frac{V_2}{V_1}} = \frac{V_1}{V_2} = 0,6$$

$$V_1 = 0,6 V_2$$

$\frac{5}{2} p_1 \cdot$

$$\frac{300 \nu R}{3LS} \qquad \frac{400 \nu R}{4LS}$$

$$\cancel{\tfrac{5}{2}} p_1 V_1 + \cancel{\tfrac{5}{2}} p_1 V_2 = \cancel{\tfrac{5}{2}} p_2 (V_1 + \Delta V) + \cancel{\tfrac{5}{2}} p_2 (V_2 - \Delta V)$$

$$p_1 \cancel{(V_1 + V_2)} = p_2 \cancel{(V_1 + V_2)}$$

$p = const.$ $\qquad p = \frac{\nu R T_1}{3LS}$

$$A = p \Delta V.$$

$$Q_{N_2} = \Delta U + A = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) + \frac{\nu R T_1}{3\cancel{LS}} \cdot \cancel{LS}$$

$$Q_{N_2} = \nu R \left(\frac{5}{2} \cdot (400 - 300) + \frac{\overset{300}{T_1}}{3} \right) = \nu R \left(\frac{5 \cdot \overset{50}{\cancel{100}}}{\cancel{2}} + 100 \right) =$$

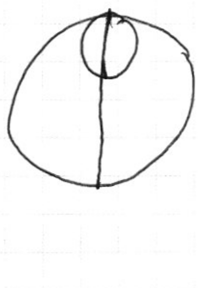
$$= 350 \nu R = \overset{50}{\cancel{300}} \cdot \frac{3}{\cancel{7}} \cdot 8,31 = 150 \cdot 8,31 = 10 \cdot 10^{-2} \cdot 831 \cdot 15 =$$

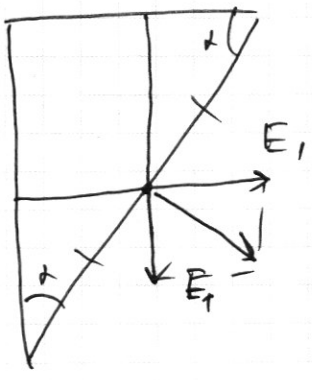
$$= 1246,5 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times \quad 15 \\ \hline 4155 \\ + \; 831 \quad \\ \hline 1246,5 \end{array}$$

№3

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





$$\sqrt{2}$$

$$S_м = \frac{1}{4} S.$$

$$\cancel{\pi} r^2 = \frac{1}{4} \cancel{\pi} R^2$$

$$r = \frac{1}{2} R.$$

☑ 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

$Q = \Delta U + A.$ $\qquad p = \frac{\nu R T}{V}$

$dQ = dU + p\,dV.$

$dQ = \frac{5}{2}\nu R\,dT + p\,dV.$

$dQ = \frac{5}{2} d(pV) + p\,dV = \frac{5}{2} dp\,V + \frac{5}{2} p\,dV + p\,dV =$

$= \frac{7}{2} p\,dV + \frac{5}{2} dp\,V.$

$C\nu\,dT = \frac{5}{2}\nu R\,dT + dA$

$dA = p\,dV$

$\cancel{\frac{5}{2}} p_1 V_1 + \cancel{\frac{5}{2}} p_1 V_2 = \cancel{\frac{5}{2}} p_2 V_1' + \cancel{\frac{5}{2}} p_2 V_2'$

$p V_1 + p V_2 = p_2 V_1' + p_2 V_2'$

$V_1' = V_1 - \Delta V$

$V_2' = V_2 + \Delta V$

$p V_1 + p V_2 = p_2 V_1 - \cancel{p_2 \Delta V} + p_2 V_2 + \cancel{p_2 \Delta V}$

$p = p.$

$\frac{300\nu R}{3LS}$ $\qquad \frac{400\nu R}{4LS}$

$\frac{\nu R T_2}{3LS}$ $\qquad \frac{\nu R T}{4LS}$

$\frac{500\nu R}{3LS}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)