# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

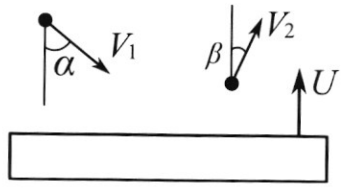
Класс 11

## 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 $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью $V_2$, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{1}{2}\right)$ 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.

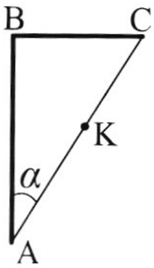
**2.** Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1$ = 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?

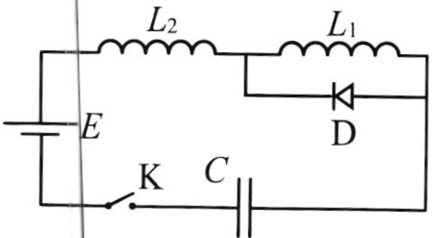
**3.** Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.




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 $L_1$.

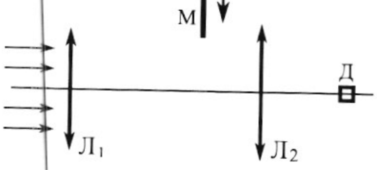


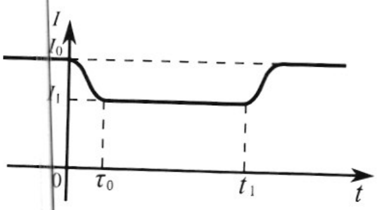

1) Найти период $T$ этих колебаний.

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 $F_0$, $D$, $\tau_0$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

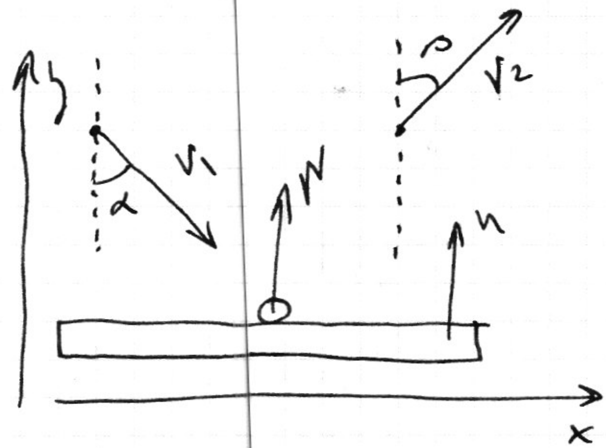
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

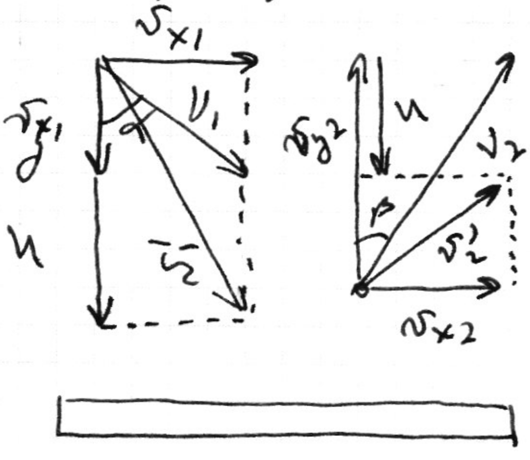



1) Т.к. удар не упругий, то импульс системы не сохраняется по оси Oy, т.к существует ударная сила N, но в то же время по оси Ox – импульс сохраняется. (т.к. плита гладкая), тогда

$V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \cdot \sin\beta$

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

2) Перейдём в СО плиты



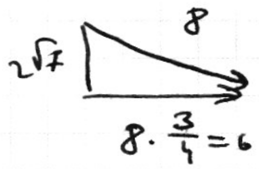

Т.к. плита массивная, то её скорость после удара не изменилась, => энергия плиты не изменилась.

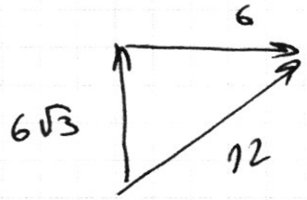
Тогда $E_{k1} = E_{k2}$ (в СО плиты), тогда $E_{k1} = \frac{m(v_1')^2}{2} = \frac{m(v_2')^2}{2}$

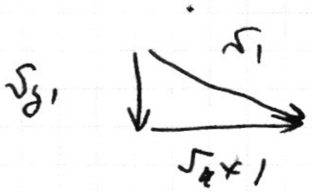
$v_1' = v_2'$, где $v_1'$ и $v_2'$ – $v$ шаров ~~плит~~ в СО плиты.

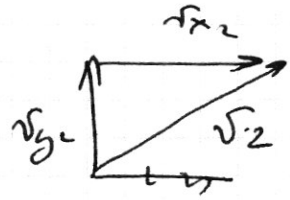
$v_1'^2 = (v_{y1} + u)^2 + (v_{x1})^2$; $v_2'^2 = (v_{y2} - u)^2 + (v_{x2})^2$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)




$\cancel{(v_{y1})}^2$ $\qquad$ $(v_{x2})^2$

$(v_{y1}+u)^2 + (v_{x1})^2 = (v_{y2}-u)^2 + \cancel{u(u_{y2})}^2$

$(v_{x1})^2 = (v_{x2})^2$

$(2\sqrt{7}+u)^2 = (6\sqrt{3}-u)^2$

$4\cdot 7 + 4\sqrt{7}\,u + u^2 = 36\cdot 3 - 12\sqrt{3}\,u + u^2$

$4\cdot 7 + 4\sqrt{7}\,u = 36\cdot 3 - 12\sqrt{3}\,u$

$36\cdot 3 - 4\cdot 7 = (4\sqrt{7} + 12\sqrt{3})\,u$

$$u = \frac{9\cdot 3 - 7}{\sqrt{7}+\sqrt{3}\cdot 3} = \frac{20\cdot(\sqrt{7}-\sqrt{3}\cdot 3)}{7-3\cdot 9} = \frac{20\cdot(\sqrt{3}\cdot 3-\sqrt{7})}{20} =$$

$= 3\sqrt{3}-\sqrt{7}$ $\frac{м}{с}$

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$;

$u = 3\sqrt{3}-\sqrt{7}\ \frac{м}{с}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

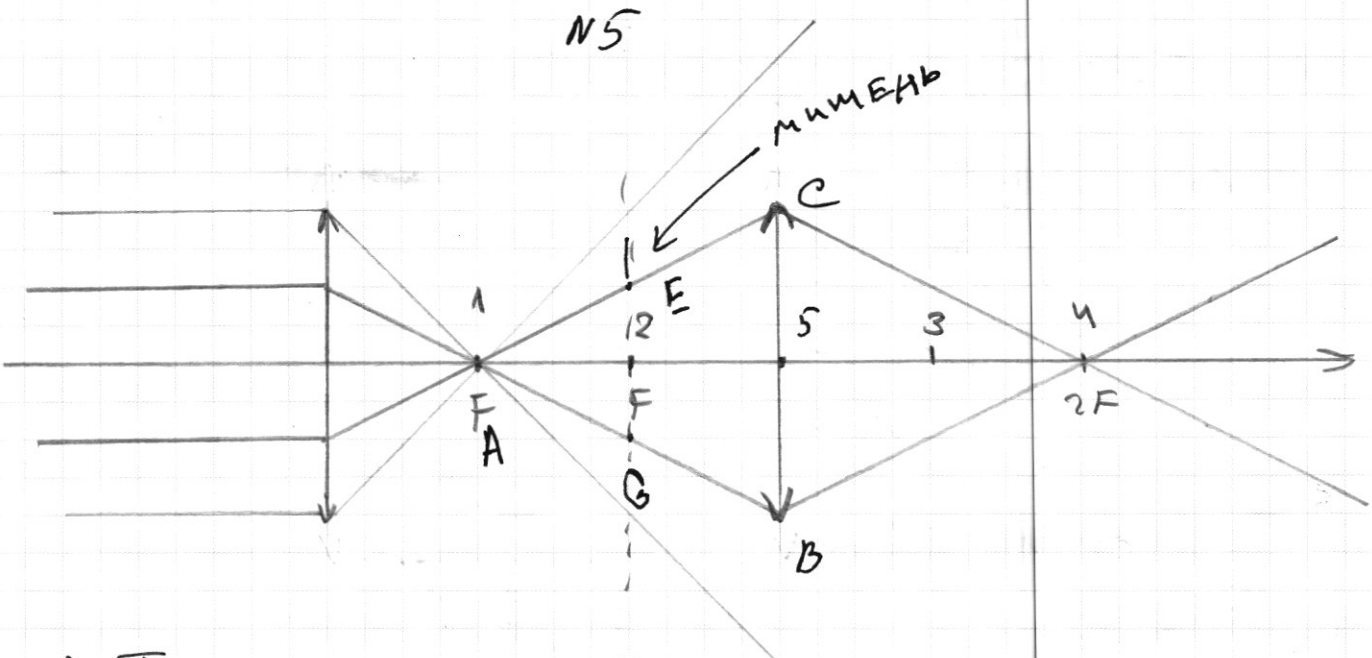
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5




1) Т.к. точка 1 = 2F для линзы N2, то лучи будут сфокусированы в точке 4. => Расстояние от линзы 2 до фотодетектора 2F.

2) Т.к. $I_1/I_0 = \frac{3}{4}$, => что мишень закрывает $\frac{1}{4}$ от всего потока

Из подобия △AGE и △ABC $\frac{EG}{CB} = \frac{\rho(1;2)}{\rho(1;5)} = \frac{F}{2F} = \frac{1}{2}$; т.к. мишень закрывает $\frac{1}{4}$ всего потока и расположена на прямой EG, то $M = \frac{1}{2} CB \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8} D$

2.2) По определению $S = vt$, ~~v~~ S от положе ния „Закрыто на 25%" до „открыто" =

$= M = \frac{D}{8}$ ; $t = \tau_0$; $v = \frac{S}{t} = \frac{D}{8\tau_0}$

3) $FG = S_{KE} = \frac{1}{2}D$ из подобия в п.1)

$t_1 = \frac{1}{2}D : \frac{D}{8\tau_0} = \frac{8\tau_0 D}{2\tau_0 D} = 4\tau_0$

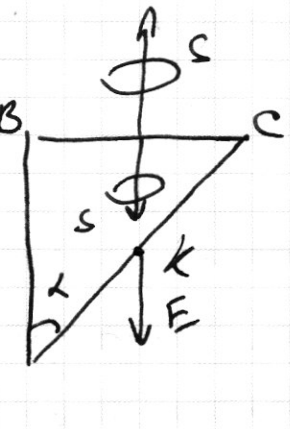
Ответ: 1) $2F_0$ м

2) $\frac{D}{8\tau_0}$ $\frac{м}{с}$

3) $4\tau_0$ с

N 3

1) По теореме Гаусса




$\Phi = \frac{E\cdot\varepsilon_0}{\cancel{\varepsilon_0}} = \frac{q}{S}$

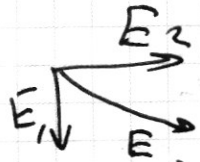
$E = \frac{q\cancel{\varepsilon_0}}{S\varepsilon_0}$

$S = \Delta x \cdot \Delta y \cdot 2$

$E = \frac{q(\varepsilon_0)^{-1}}{\Delta x\cdot\Delta y\cdot 2} = \frac{\sigma\,\Delta x\cdot\Delta y\cdot(\varepsilon_0)^{-1}}{\Delta x\,\Delta y\cdot 2} = \frac{\sigma\cancel{\varepsilon_0}}{2\varepsilon_0}$ – поле от BC

$E = \frac{q\cancel{\varepsilon_0}}{\Delta z\cdot\Delta y\cdot 2\varepsilon_0} = \frac{\sigma\cancel{\varepsilon_0}}{2\varepsilon_0}$ – поле от BA

Суперпозиция полей




$\vec{E_1} + \vec{E_2} = \vec{E_3}$

$\left(\frac{\sigma(\varepsilon_0)^{-1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma(\varepsilon_0)^{-1}}{2}\right)^2 = E_3^2$

$E_3 = \cancel{\left(\frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\right)\sqrt{2}}\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)\sqrt{2}$

$\frac{E_1}{E_3} = \frac{1}{\sqrt{2}}$, => $E_3 = \sqrt{2}E_1$, => поле увеличилось

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в $\sqrt{2}$ раз.

2) Из той же теоремы Гаусса

$$E_1 = \cancel{\frac{\sigma\varepsilon_0}{\cdot}}\ \cancel{\frac{\sigma\varepsilon_0}{2} - AB}\ \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} - \cancel{A}BC$$

$$E_2 = \cancel{\frac{2\sigma\varepsilon_0}{2} = \sigma\varepsilon_0 - BC}\ \frac{\sigma\varepsilon_0}{2\varepsilon_0} = AB$$

Суперпозиция

$$\cancel{\left(\frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\right)^2 + (\sigma\varepsilon_0)^2 = E_3^2}\ \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\right)^2 = E_3^2$$

$$\cancel{\frac{(\sigma\varepsilon_0)^2}{4}\cdot 5 = E_3^2}\quad E_3 = \sqrt{5}\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

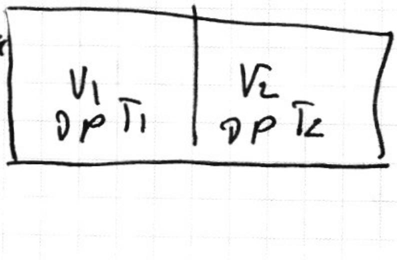
$$\cancel{E_3 = \frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\sqrt{5}}$$

Ответ: $\cancel{\frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\sqrt{2}}$ 1) $\sqrt{2}$ раз

2) $\cancel{\frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\sqrt{2}}\ \cancel{\frac{\sigma\varepsilon_0}{2}\sqrt{5}}\ \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}\ \frac{В}{м}$

№2

1) Менделеев-Клапейрон




$p_1V_1 = \nu RT_1$

$p_2V_2 = \nu RT_2$

$p_1 = p_2$, т.к. поршень не подвижен

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2};\quad V_1 + V_2 = V;\quad V_1 = V - V_2;\quad \frac{V - V_2}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_2V - T_2V_2 = T_1V_2;\quad V_2 = \frac{T_2V}{T_1+T_2} = \frac{500\cdot 7}{500+300} = \frac{5\cdot 7}{8}\text{ л}$$

$V_1 = 7 - \frac{5 \cdot 7}{8} = \frac{3 \cdot 7}{8}$ л

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{3 \cdot 7}{8}}{\frac{5 \cdot 7}{8}} = \frac{3}{5} = 0,6 - \frac{V_{азот}}{V_{кислор}}$

2) т.к. система теплоизолирована, потерь нет, тогда $A + U_1 + U_2 = U_1' + U_2' + A$

$\alpha p \Delta V + C\nu T_1 + C\nu T_2 = C\nu T_3 + C\nu T_3 + \alpha p \Delta V$

$T_1 + T_2 = 2T_3$

$T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \cancel{4000}\ \frac{500 + 300}{2} = 400\,^{\circ}K$

3) Энергия до = энергия после

$U_1 = U_2 \cancel{-} + A + Q$

$\cancel{\frac{5}{2}\nu R T_3 = \frac{5}{2}\nu R T_2 + \alpha p \Delta V + Q}$

$\frac{5}{2}\nu R T_1 + Q = \frac{5}{2}\nu R T_3 - \alpha p \Delta V$

$C\nu T_2 + \alpha p \Delta V = C\nu T_3 + Q$

$\alpha p \Delta V = \nu R \Delta T$ - уравнение Менделеева-Клапейрона.

$C\nu T_2 + \nu R \Delta T = C\nu T_3 + Q$

$C\nu \Delta T + \nu R \Delta T = Q$

$\frac{5}{2}\nu \Delta T R + \nu R \Delta T = Q$

$\frac{7}{2}\nu R \Delta T = Q$

$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot \cancel{(400-40} (500 - 400) =$

$= 1,5 \cdot 8,31 \cdot 100 = 1246,5$ Дж

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

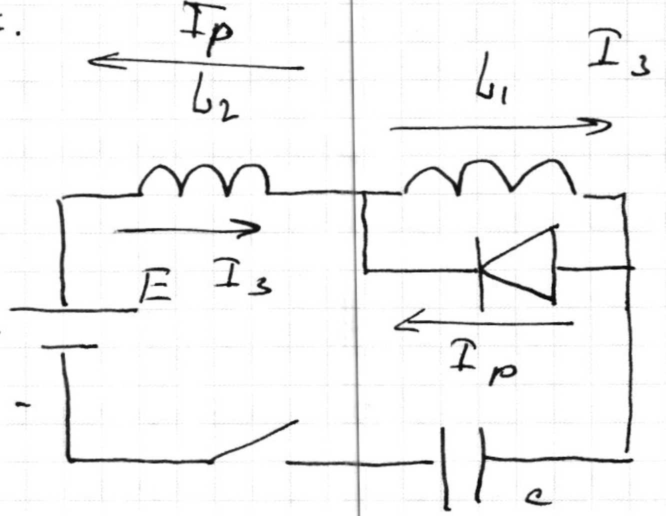
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $\frac{3}{5} = 0,6$

2) $400^\circ K$

3) 1246,5 Дж.

№4




1) Во время зарядки конденсатора ток течёт через обе катушки индуктивности тогда ~~время~~ время зарядки конденсатора из формулы ~~ф~~ периода колебаний $T = 2\pi\sqrt{LC}$, тогда $t_З = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

1.2) Во время разрядки, ток не течёт через $L_1$, тогда время разрядки $t_p =$ $= \pi\sqrt{L_2 C}$, тогда период колебаний

$$T = t_З + t_p = \pi\sqrt{L_2 C} + \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} =$$

$$= \pi\sqrt{LC} + \pi\sqrt{3LC} = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3}) \text{ c.}$$

2) Из ЗСЭ: $\frac{C(U_{MAX})^2}{2} = \frac{(I_{MAX})^2 L}{2}$

$$I_{MAX} = U_{MAX}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

через катушку индуктивности №1 ток будет максимален, в момент начала разрядки и он будет составлять $I_{MAX1} = U_{MAX}\sqrt{\frac{C}{L+2L}} =$

$= U_{MAX}\sqrt{\frac{C}{3L}} = \cancel{U_{MAX}}\ \frac{\sqrt{3}}{3} U_{MAX}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ток и через катушку 2 будет максимален в момент начала разрядки конденсатора и он будет равен

$I_{MAX2} = U_{MAX}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Т.к. конденсатор в начале не был заряжен, и тока в цепи не было, а $\mathcal{E} = E$, то $U_{MAX} = 2\mathcal{E} = 2E$, тогда

$I_{M1} = \frac{2\sqrt{3}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\, E$

$I_{M2} = 2E\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{LC}\cdot(1+\sqrt{3})$ с

2) $I_{M1} = \frac{2\sqrt{3}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\cdot E$ А.

3) $I_{M2} = 2E\sqrt{\frac{C}{L}}$ А

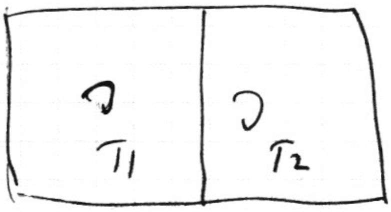
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




$p_1V_1 = \nu RT_1$ $\qquad$ $p_1V_1 = T_1$

$p_2V_2 = \nu RT_2$ $\qquad$ $p_2V_2 = T_2$

$V_1 + V_2 = V$ $\qquad$ $p_1 = p_2$

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

$V_1 = V - V_2$ $\qquad$ $\dfrac{V - V_2}{V_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$

$VT_2 - V_2T_2 = V_2T_1$

$VT_2 = V_2T_1 + V_2T_2$

$$\frac{VT_2}{T_1+T_2} = V_2 \; ; \; V_2 = \frac{7 \cdot 500}{500+300} = \frac{7 \cdot 5}{8} = \frac{35}{8} \text{ л — кислор.}$$

$$7 - \frac{35}{8} = \frac{56}{8} - \frac{35}{8} = \frac{21}{8} \text{ л — азот}$$

$$\frac{21}{8} ; \frac{35}{8} = \frac{21}{35} = \frac{3 \cdot 7}{5 \cdot 7} = \frac{6}{10} = 0{,}6$$

$$C_V \nu T_1 + C_V \nu T_2 = 2\nu C_V T_3 \; \cancel{+p\Delta V} - p\Delta V$$

$T_1 + T_2 = 2T_3$

$$T_3 = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{500+300}{2} = 400 \text{ К}$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$$

$$I^2 = \frac{CU^2}{L}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ -\,35 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$I = U\sqrt{\frac{C}{L}}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

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

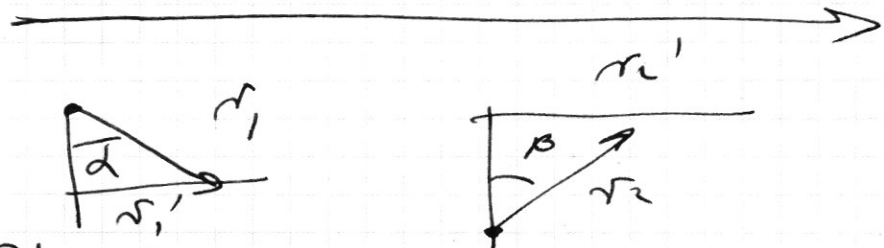
$v_1^2 + 4^2$

5,3   10,4   5,1

$40 \cdot (2 \cdot 2{,}65 + 3 \cdot 1{,}7) =$

$416 \frac{м}{с}$

0




$v_1' = v_1 \sin\alpha$

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

$v_1' = v_1 \cdot \sin\alpha \qquad v_2' = v_2 \cdot \sin\beta$

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

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

$\times 12$, $2\,4$, $+\,12$, $144$, $-\,64$, $80$


$s^2 + c^2 = 1$

$c^2 = 1 - s^2 =$

$\cancel{8^2 + 12^2 - 2 \cdot 8 \cdot 12 \cdot -\frac{\sqrt{7}}{4} = 8^2 + 12^2 + 2 \cdot 2 \cdot 12\sqrt{7}}$

$c = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} =$

$c = \sqrt{\frac{3}{4}} =$

$\cancel{8^2 + 12^2 - 2 \cdot 8 \cdot 12 \cdot -\frac{\sqrt{3}}{4}} =$

$\left(8^2 \cdot x^2 - 2 \cdot 8 \cdot x \cdot -\frac{\sqrt{7}}{4}\right)^2 = \left(12^2 \cdot x^2 - 2 \cdot 12 \cdot x \cdot -\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2 = -\frac{\sqrt{3}}{4}$

$8^2 x^2 + 4\sqrt{7}x = 12^2 x^2 + 6\sqrt{3}x$

$12^2 x^2 - 8^2 x^2 + 6\sqrt{3}x - 4\sqrt{7}x = 0$

$(144 - 64)x^2 + (6\sqrt{3} - 4\sqrt{7})x = 0.$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

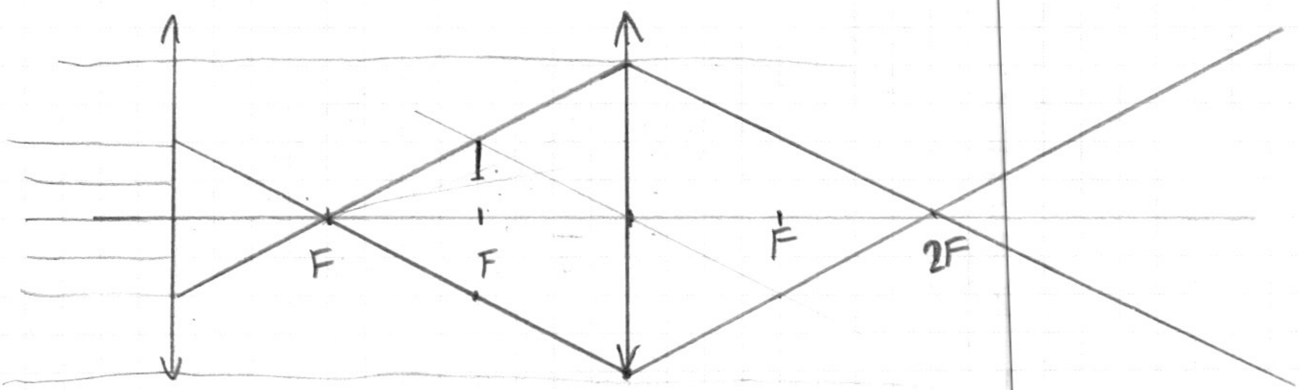
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



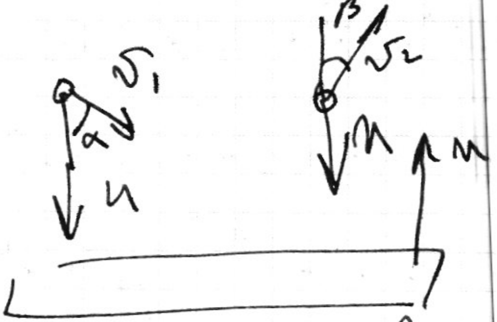

$l(M) = \frac{D}{8}$

$S = l(M)$

$v = \frac{S}{\tau_0} = \frac{D}{8\tau_0}$

$S_2 = 4l(M)$

$t_1 = \frac{S_2}{v} = \frac{4D}{8} : \frac{D}{8\tau_0} = 4\tau_0.$

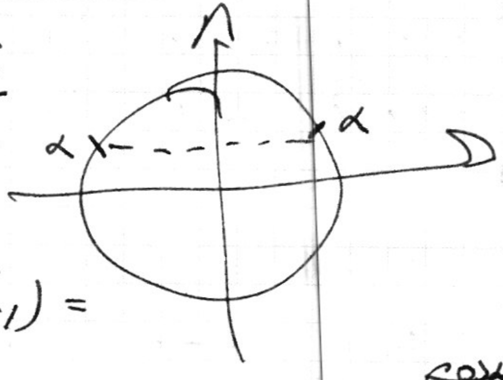



$\varphi = \frac{E}{S_1} = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$v_{оi}$ $180-\alpha$ $u$ $\alpha_1$

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

$E \cdot S = \frac{q}{\varepsilon_0}$




$v_1^2 + u^2 - 2u \cdot v_1 \cdot \cos(\alpha_1) =$

$=$

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

$\cos(\alpha_1) =$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\cos^2\alpha = 1 - \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 1 - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$

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

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$80x^2 + 2x(3\sqrt{3}-2\sqrt{7}) = 0$

$x=0$ или $80x+2(3\sqrt{3}-2\sqrt{7})=0$

$x = -\frac{3\sqrt{3}-2\sqrt{7}}{40} = \frac{2\sqrt{7}-3\sqrt{3}}{40}$

$\times\ 1{,}7 \cdot 3 = 5{,}1$ $\quad 38 \cdot 1{,}8$: $224 + 54 = 7{,}14$ $\quad 1{,}7 \cdot 1{,}7$: $28 + 54 = 729$ $\quad 4+6 = 22$ $\quad 3{,}7 \cdot 2 = 5{,}4$ $\quad 2{,}6 \cdot 2{,}6$: $156 + 52 = 6{,}76$ $\quad 2{,}65 \cdot 7 = 5{,}3$

$\frac{92}{40} =$ $\quad 6\cdot6\cdot6\cdot6\cdot2^2$ $\quad 6^2\cdot2^2$

$(8^2x^2+4\sqrt{7}x)^2 = (12^2x^2+6\sqrt{3}x)^2$

$(8^2x+4\sqrt{7})^2 = (12^2x+6\sqrt{3})^2$

$\cancel{8^4x^2+16\cdot7}$

$8^4x^2+2\cdot4\sqrt{7}\cdot8^2x+16\cdot7 = 12^4x^2+12^2x\cdot2\cdot6\sqrt{3}+36\cdot3$

$\frac{8^4}{4}x^2+2\cdot8^2x\sqrt{7}+4\cdot7 = \frac{12^4}{4}x^2+\frac{12^2}{4}x\cdot2\cdot6\sqrt{3}+9\cdot3$

$2\cdot8^3x^2+2\cdot8^2\sqrt{7}x+4\cdot7 = 6^4\cdot2^2x^2+6^2x\cdot2\cdot6\sqrt{3}+9\cdot3$

$\left(8^2+x^2-2\cdot8\cdot x\cdot-\frac{\sqrt{7}}{4}\right)^2 = \left(12^2+x^2-2\cdot12\cdot x\cdot-\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2$

$8^2+x^2+4x\sqrt{7} = 12^2+x^2+6\sqrt{3}x$

$8^2+4x\sqrt{7} = 12^2+6\sqrt{3}x$

$12^2-8^2 = 4\sqrt{7}x-6\sqrt{3}x$

$144-64 = 4\sqrt{7}x-6\sqrt{3}x$

$80 = (4\sqrt{7}-6\sqrt{3})x$

$\cancel{80}\ 40 = (2\sqrt{7}-3\sqrt{3})x$

$\sqrt{7} - \frac{40}{2\sqrt{7}-3\sqrt{3}}$ $(2\sqrt{7}-3\sqrt{3})(2\sqrt{7}+3\sqrt{3}) =$

$= \frac{40(2\sqrt{7}+3\sqrt{3})}{4\cdot7-9\cdot3}$

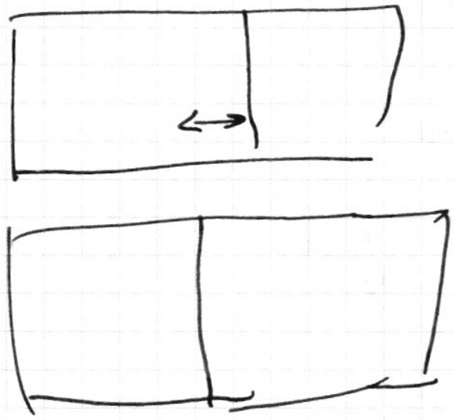
$4\cdot7 = 28 - 27$

$x =$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$$\frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T_3 + \frac{5}{2}\nu R T_3 - \frac{5}{2}\nu R T_1$$



$$C\nu T_2 + dp\Delta V = C\nu T_3 + Q$$
$$C\nu T_1 - dp\Delta V + Q = C\nu T_3$$

$\frac{5}{2}\nu R T$

$\cancel{\nu R}$

$dp\Delta V_2$ $\cancel{\nu R_2}$

$\nu R \Delta T$

$$pV = \nu R T$$
$$p = \frac{\nu R T}{V}$$

$\cancel{C, \nu}$

$$\frac{5}{2}\nu R \Delta T + Q = \nu R \Delta T$$

$C \nu \cdot 300 -$

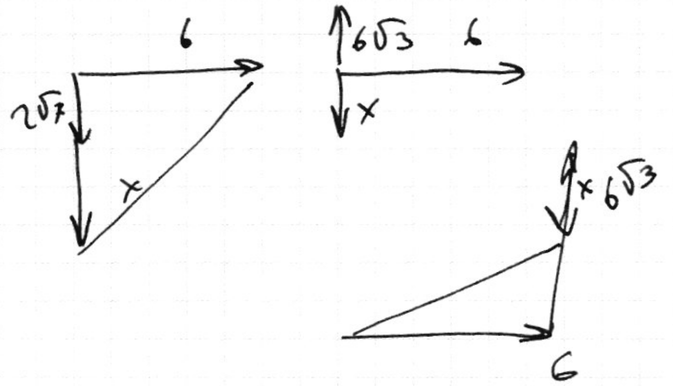
$$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$$

$$\frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} = 1{,}5$$

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

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




$$(2\sqrt{7}+x)^2+6^2=(6\sqrt{3}-x)^2+6^2 \qquad 9\cdot 3=27$$

$$(2\sqrt{7}+x)^2=(6\sqrt{3}-x)^2$$

$$4\cdot 7+4\sqrt{7}x+\cancel{x^2}=36\cdot 3-2\cdot 6\sqrt{3}x+\cancel{x^2}$$

$$4\cdot 7+4\sqrt{7}x=36\cdot 3-12\sqrt{3}x$$

$$(4\sqrt{7}+12\sqrt{3})x=36\cdot 3-4\cdot 7$$

$$(\sqrt{7}+3\sqrt{3})x=9\cdot 3-7$$

$$x=\frac{9\cdot 3-7}{\sqrt{7}+3\sqrt{3}}=\frac{20\cdot(\sqrt{7}-3\sqrt{3})}{\quad}=$$

$$=\frac{20\cdot(\sqrt{7}-3\sqrt{3})}{-20}=$$

$$=\boxed{3\sqrt{3}-\sqrt{7}}$$

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

$=7-2\cdot(-3\sqrt{3})+$

$+(3\sqrt{3})^2$

$7+6\sqrt{3}+9\cdot 3$

$7-2\cdot 3\sqrt{3}\cdot\sqrt{7}+$

$+9\cdot 3=$

$(\sqrt{7}-3\sqrt{3})(\sqrt{7}+3\sqrt{3})=$

$=7-9\cdot 3=$

$=$

$3\cdot 1{,}7-2{,}65=$

$=$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

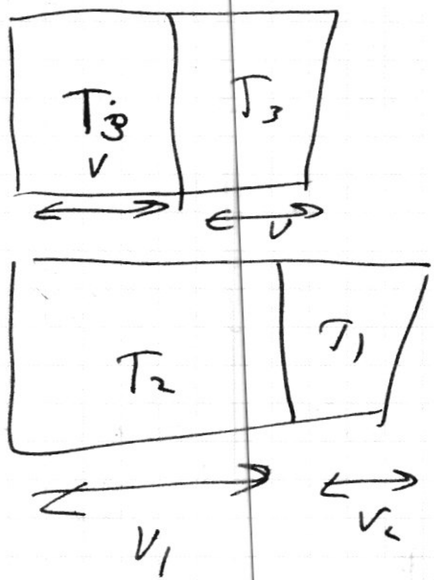
ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$C_V \nu \cancel{T} T_2 - C_V \nu T_3 + p\Delta V =$

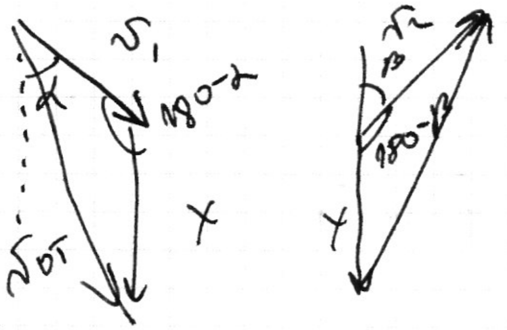
$= C_V \nu T_3 - C_V \nu T_1 + p\Delta V$




~~$C_V \nu T_2 = C_V \nu T_3$~~

$C_V \nu T_2 = C_V \nu T_3 + p\Delta V + Q$

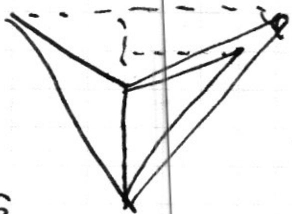
$C_V \nu T_1 + Q = C_V \nu T_3 + p\Delta V$




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

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

$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$



$8^2 + x^2 - 2 \cdot x \cdot 8 \cdot -\frac{\sqrt{7}}{4} = v_{0T}^2$

$12^2 + x^2 - 2 \cdot x \cdot 12 \cdot -\frac{\sqrt{3}}{2} = v_{0T}^2$

$8^2 + x^2 + 4\sqrt{7}x = 12^2 + x^2 + 12x\sqrt{3}$

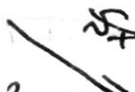
$12^2 - 8^2 = 4\sqrt{7}x - 12\sqrt{3}x$

$34 - 6 = 28$

$64 - 36 = 28$

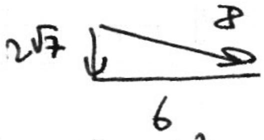
$2 \cdot 14$

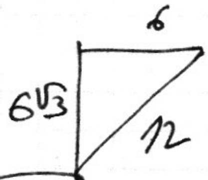
$2 \cdot 2 \cdot 7$




$12^2 - 6^2 =$

$=$




$\cancel{(6+8)^2}$ $\sqrt{6^2+8^2} = \cancel{36+}$

$8^2 - \cancel{64}\ 36 =$

$= 64 - 36 = \sqrt{28} =$

$= \sqrt{4 \cdot 7} = 2\sqrt{7}$

$E =$

$\varphi =$ В

$2E$

$E$

$E$

$E$

$E\sqrt{2}$

$\varphi = \frac{E}{\varepsilon_0} = \frac{q}{S}$

$ES = q\varepsilon_0$

$E = \cancel{\varepsilon_0}\,\sigma\varepsilon_0$

$S = 2r\Delta x$

$\frac{В}{м}$ Кл

$q = \Delta x \cdot r \cdot \sigma$

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

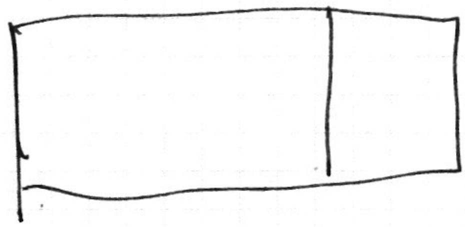
$\frac{5}{2}\nu RT_1 \cancel{- \frac{5}{2}\nu R}$

$\cancel{\frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_3)}$

$\frac{Кл}{м^3}$

$= \frac{Кл}{м^2}$

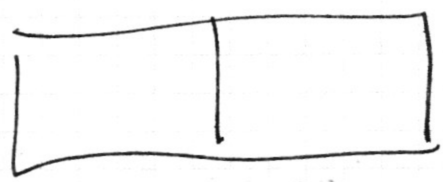
$E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0}$



$\frac{В}{м \cdot \cancel{м}} x$

$\frac{5}{2}\nu RT_1$

$\frac{В м^2}{м \cdot Кл} = x$



$\frac{В\,м}{Кл}$

$\cancel{ВА}$

$\frac{В\varepsilon_0}{м\,\cancel{\varepsilon_0}} = \frac{Кл}{м^2}$

$\frac{5}{2}\nu RT_1 + \cancel{p}\ dp\Delta V$

$+ \quad +$

$\frac{Кл}{м} \cdot В$

$\frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_3) + dp\Delta V =$

$\frac{5}{2}\nu RT_1 =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_3) - dp\Delta V$

$\frac{5}{2}\nu RT_3 \cancel{-dp} + dp\Delta V + Q$

$\cancel{\Delta Q}\ Q + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}\nu RT_3 - dp\Delta V$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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