



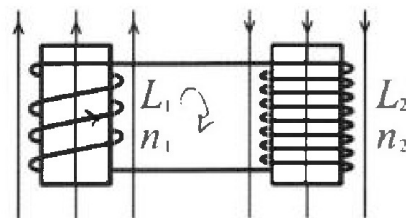
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

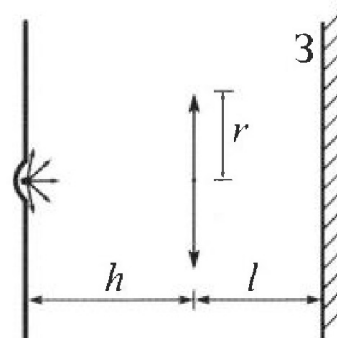


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

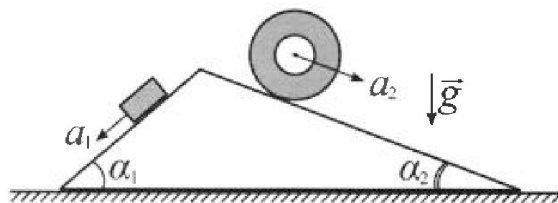
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

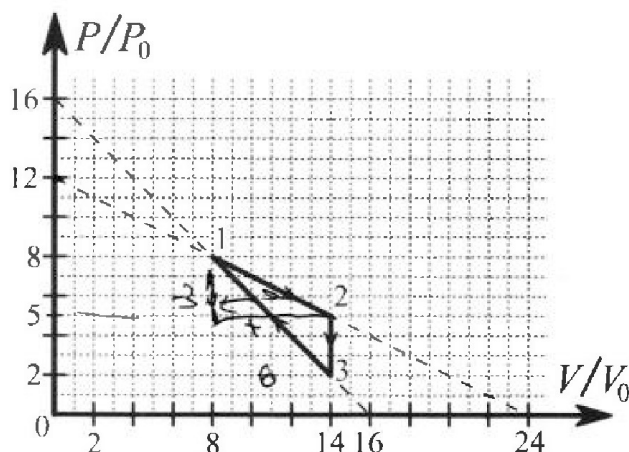


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

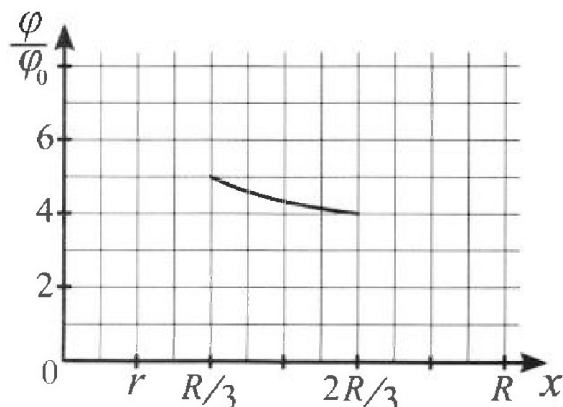
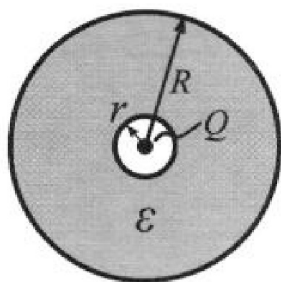
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





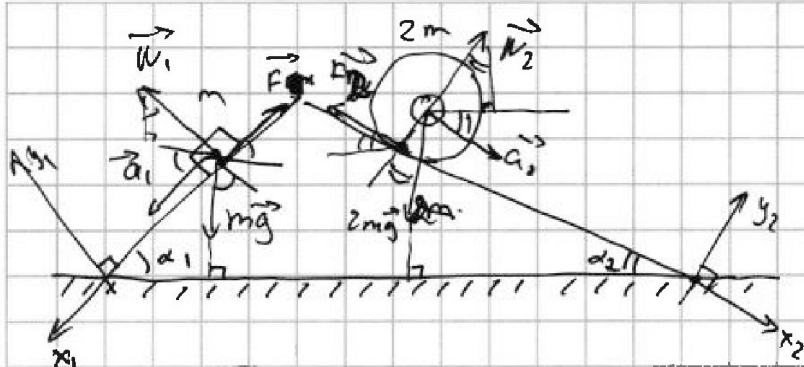
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) Т.о. гл.м. у.м. гл.м. ~~другая~~: $\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{пр}1} = m\vec{a}_1$

(y₁): $N_1 = mg \cos \alpha_1 = 0$

(x₁): $mg \sin \alpha_1 - F_{\text{пр}1} = ma_1$

$F_{\text{пр}1} = \frac{3}{5} mg - \frac{6}{13} mg = \frac{9}{65} mg = F_{\text{пр}1} \Rightarrow F_{\text{пр}1} = \frac{9mg}{65}$

$N_1 = \frac{4}{5} mg$

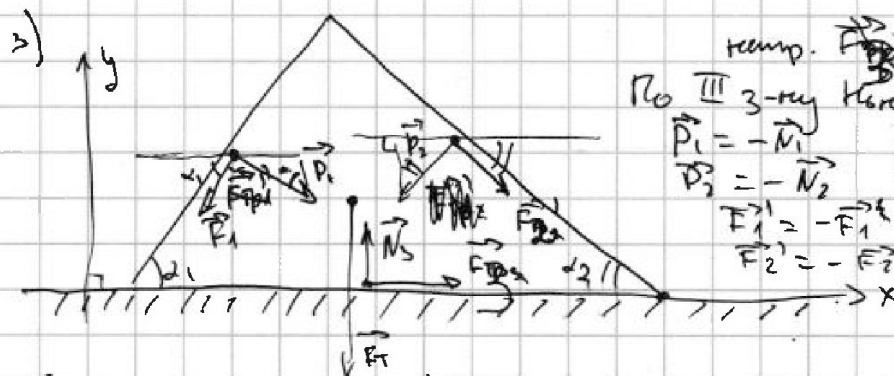
$mg \cdot F_{\text{пр}1} = \frac{6}{13} mg + \frac{3}{5} mg =$

2) Т.о. гл.м. у.м. гл.м. ~~уменьша~~: $\vec{N}_2 + 2m\vec{g} + \vec{F}_{\text{пр}2} = m\vec{a}_2$

(y₂): $N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = 0$ $N_2 = \frac{24}{13} mg$

(x₂): $2mg \sin \alpha_2 - F_{\text{пр}2} = 2ma_2 \Rightarrow F_{\text{пр}2} = \frac{10}{13} mg - \frac{1}{2} mg =$

$F_2 = \frac{7}{26} mg = F_{\text{пр}2}$



контр. $\vec{F}_{\text{пр}1}$ и $\vec{F}_{\text{пр}2}$ взаимодействуют

По III 3-му закону:

$\vec{P}_1 = -\vec{N}_1$

$\vec{P}_2 = -\vec{N}_2$

$\vec{F}'_1 = -\vec{F}_1$

$\vec{F}'_2 = -\vec{F}_2$

$\vec{F}_{\text{пр}1}' = -\vec{F}_{\text{пр}1}$
 $\vec{F}_{\text{пр}2}' = -\vec{F}_{\text{пр}2}$

Т.о. гл.м. у.м. $\vec{F}_{\text{пр}1} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{F}_{\text{пр}2} + \vec{N}_3 + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{пр}3} = \vec{0}$

(x): $-F_{\text{пр}1} \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = P_2 \sin \alpha_2 + F_{\text{пр}2} \cos \alpha_2 + F_{\text{пр}3} = 0$

$F_{\text{пр}3} = F_{\text{пр}1} \cos \alpha_1 = N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_{\text{пр}2} \cos \alpha_2 =$

$= mg \left(\frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} \right) = \frac{1696}{65 \cdot 13} mg$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{936 + 4056 + 6000 - 2160}{2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{780}{2 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{6}{5 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{6}{65} \text{ mg}$$

$$|\vec{F}_{\text{TP3}}| = |\vec{F}_{\text{TPX}}| = \frac{6}{65} \text{ mg} \quad |\vec{F}_{\text{TP3}}| = |\vec{F}_{\text{TPX}}| = \frac{6}{65} \text{ mg}$$

т.к. $\vec{F}_{\text{TP3}} \parallel \vec{O}_x$

$$|\vec{F}_3| = |\vec{F}_{\text{TPX}}| = \frac{6}{65} \text{ mg}$$

$$\text{Омб.1) } F_1 = \frac{9}{65} \text{ mg}$$

$$2) F_2 = \frac{7}{26} \text{ mg}$$

$$3) F_3 = \frac{6}{65} \text{ mg}$$

$$\varepsilon_{\text{mg}} = -L \frac{d\varphi}{dt} \quad \Delta \varphi = \Delta S \quad \varphi = B S$$

$$\varepsilon_1 = -S \cdot n \cdot L \frac{dB}{dt} = -1 = \frac{16}{48} \times \frac{48}{3} = \frac{144}{3 \cdot 17}$$

$$\varphi_{21} = \pi S n$$

$$-S n L \frac{dB}{dt} = 16 L \frac{dI}{dt}$$

$$+ S n L \frac{dB_1}{dt} + 16 L \frac{dI}{dt} + 64 S n L \frac{dB_2}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-65 S n L (dB_1 + dB_2)$$

$$-S n L \frac{2B_0}{3} + 64 S n L \cdot \frac{3}{4} B_0 + 17 L I_k$$

$$\frac{I_k}{C} =$$

$$\frac{9B_0}{4} - 3B_0$$

$$-12 - \frac{3}{4}$$

$$-48$$

$$\times 2$$

$$17 L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{16}{48} \times \frac{48}{3}$$

$$\frac{144}{3 \cdot 17}$$

$$\frac{146}{3 \cdot 17}$$

$$\frac{146}{51}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) $i=3$, т.к. одноатомный идеальный газ.

2) $A = \int p dV = S_{\text{под графиком}}$.

$$A_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{5p_0 + 8p_0}{2} (14V_0 - 8V_0) = 8.48 \text{ } p_0 V_0$$

$$A_{23} = \frac{p_2 + p_3}{2} (V_3 - V_2) = \frac{5p_0 + 2p_0}{2} (14V_0 - 14V_0) = 0$$

$$A_{31} = \frac{p_3 + p_1}{2} (V_1 - V_3) = \frac{2p_0 + 8p_0}{2} (8V_0 - 14V_0) = -30 p_0 V_0$$

$$A_{\text{полн.}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 9 p_0 V_0$$

3) $\Delta U_{ij} = \frac{i}{2} p R (T_j - T_i) = \dots$ т.к. $pV = \nu R T$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} p R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} p R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = 9 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = -9.7 p_0 V_0 = -63 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = 3.18 p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{полн.}}} \right| = \left| \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} \right| = 1.$$

4) I начало термодинамики $Q^L = A + \Delta U$

$$Q_{12}^L = A_{12} + \Delta U_{12} = 48 p_0 V_0; \quad Q_{23}^L = -63 p_0 V_0; \quad Q_{31}^L = 24 p_0 V_0$$

$\begin{matrix} > 0 \text{ — тепло} \\ & \text{поглощено} \end{matrix}$
 $\begin{matrix} < 0 \text{ — тепло} \\ & \text{отбрасано} \end{matrix}$
 $\begin{matrix} > 0 \text{ — тепло} \\ & \text{поглощено} \end{matrix}$

$$\eta = \frac{A_{\text{полн.}}}{Q_{\text{погл.}}} = \frac{A_{\text{полн.}}}{Q_{12}^L + Q_{31}^L} = \frac{9 p_0 V_0}{48 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0.125$$

$$\eta = 12.5\%$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) ~~max. T на 1-2 будет когда будет max pV т.к. (pV = 2RT)~~
~~pV будет max когда будет p₀~~

3) ~~2RT = pV~~ Обозначим на графике ось x Oy.

Тогда p = p₀, V = x

$$2RT = xy p_0 \quad (2RT = pV - y - c m - k) \Rightarrow T = xy \frac{p_0 V_0}{2R}$$

$$T_3 = \frac{14 \cdot 2 p_0 V_0}{2R} = 28 \frac{p_0 V_0}{2R}$$

max T на 1-2 будет при max x-y на 1-2.

1-2 - прямая y = 12 - $\frac{1}{2}x$, x ∈ [8; 14]

$$f(x) = 2xy = (12 - \frac{1}{2}x)x = 12x - \frac{1}{2}x^2 \quad x_0 = -\frac{12}{-1} = 12 \quad x_0 = \frac{12}{-2 \cdot \frac{1}{2}} = 12$$

при x > 3 тогда max f(x) на [8; 14] = f(8) =

$$т.к. x_0 = 12, \frac{1}{2} < 0 \Rightarrow 12 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 8^2 = 96 - 32 = 64$$

$$f(x) \downarrow \text{ при } x \geq 12 \Rightarrow \max f(x) \text{ на } [8; 14] \text{ будет } f(12) = (12-6) \cdot 12 = 6 \cdot 12 = 72$$

$$\text{тогда } T_{\max} = 72 \frac{p_0 V_0}{2R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$\text{Отв.: 1) } \left| \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{полн.}}} \right| = 1; 2) \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}; 3) \eta = 12,5\%$$

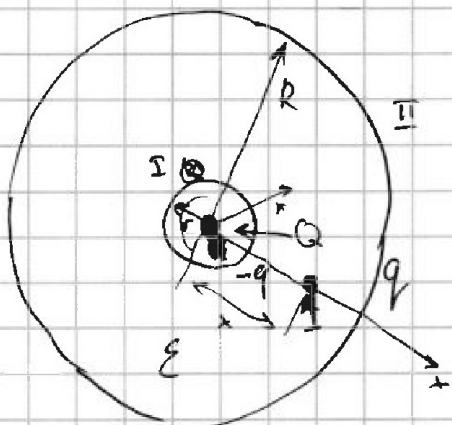


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) ~~Заряд Q~~ по Шерик с зарядом

Q поляризует диэлектрик, так, что на его поверхности возникают заряды $\{q$ и $-q\}$ (см. картинку) так, что $\vec{E}_d = \vec{E}_1$, где $\vec{E}_1$ — поле от заряда Q в вакууме, а $\vec{E}_d$ — поле в диэлектрике. Вектор $\vec{E}_d$ создаваемый системой как заряд.

$\vec{E}_1$ — поле в вакууме, если бы не было диэлектрика.

2) Мы знаем, что

$$|\vec{E}(x)| = \frac{kQ}{x^2} \quad (\text{поле шарика/сферы в вакууме})$$

$\vec{E}(x) = \vec{0}$ — поле создаваемое сферой и поле направлено в точку внутри этой сферы.

$$\text{Тогда } E_{1x} = \frac{kQ}{x^2}; \quad E_{1x} = \frac{kQ}{x^2} + \frac{-kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$\epsilon = \frac{E_1}{E_{1x}} = \frac{E_{1x}}{E_{1x}} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{x^2}{k(Q-q)} = \frac{Q}{Q-q} \Rightarrow \epsilon Q - \epsilon q = Q \Rightarrow q = \frac{(\epsilon-1)Q}{\epsilon}$$

$$3) \varphi(x) = \varphi_{\text{ш}}(x) + \varphi_{\text{ш}}(x) = \frac{kQ}{x} \quad (x > r)$$

$$\varphi_I(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} \quad (x > r)$$

$$\varphi_{II}(x) = + \varphi_{II}(R) = \frac{kq}{R} \quad (x < R)$$

где $x < r < x < R$

$$\varphi(x) = \varphi_{\text{ш}}(x) + \varphi_I(x) + \varphi_{II}(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{k(Q-q)}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right) + \frac{k(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{k(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{6}{5} + \epsilon - 1\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{1}{5} + \epsilon\right)$$

$$x = \frac{5}{6}R \quad \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6kQ}{5\epsilon R} + \frac{k(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{6}{5} + \epsilon - 1\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{1}{5} + \epsilon\right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4) ~~$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4$~~ $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5$ графика $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5 = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R} =$
 $\frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\varphi_0} = 4 = \frac{3kQ}{2\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{\varepsilon R} (3 + \varepsilon - 1) = \frac{kQ}{\varepsilon R} (2 + \varepsilon)$
 $= \frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\frac{3}{2} + \varepsilon - 1\right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{1 + 2\varepsilon}{2}$
 $\Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{2 + \varepsilon}{1 + 2\varepsilon} \cdot 2 \Rightarrow 8\varepsilon + 16 = 5 + 10\varepsilon$
 $2\varepsilon = 11$
 $\varepsilon = 5,5$

Отв.: ~~$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ(11 - 5\varepsilon)}{5\varepsilon R}$~~ , $2\varepsilon = 5,5$
 $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{5\varepsilon + 1}{5}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) $\Phi_1 = B$

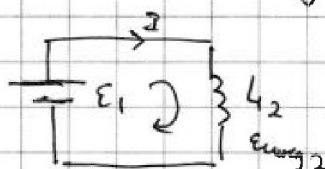
1) $\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt}$

1) $\mathcal{E}_1 = - L_1 \frac{d\Phi_1}{dt}$

$$= - L_1 \frac{d(n_1 S B_1)}{dt} = - L_1 n_1 S \frac{dB_1}{dt} = - 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.01 \cdot \frac{dB_1}{dt}$$

Поскольку B_2 не меняется, то $\mathcal{E}_2 = 0$

$\mathcal{E}_{\text{инд}2} = - L_2 \frac{dI}{dt} = - 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}$



По правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_{\text{инд}2} = I R \rightarrow 0 \Rightarrow - 4 \cdot 10^{-3} \frac{dB_1}{dt} + (- 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}) = 0$$

$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \left| \frac{n_1 S}{16} \frac{dB_1}{dt} \right| = \frac{n_1 S}{16} \frac{dB_1}{dt}$$

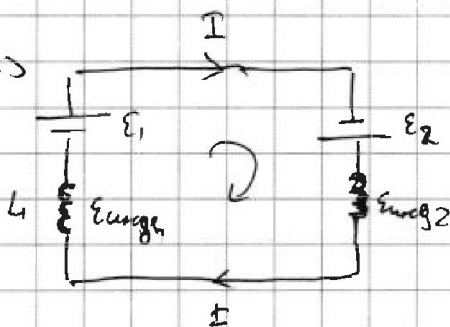
2) $\mathcal{E}_1 = - L_1 \frac{d\Phi_1}{dt}$

$$= - L_1 n_1 S \frac{dB_1}{dt}$$

$$= - 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.01 \cdot \frac{dB_1}{dt}$$

$\mathcal{E}_2 = - L_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = - 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}$

$$= - 16 \cdot 10^{-3} \cdot 0.01 \cdot \frac{dI}{dt}$$



$$\mathcal{E}_{\text{инд}1} = - L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$= - 4 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}2} = - L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$= - 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}$$

По правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_{\text{инд}1} + \mathcal{E}_{\text{инд}2} = I R \rightarrow 0$$

$$4 \cdot 10^{-3} \frac{dB_1}{dt} + 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt} + 4 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt} + 16 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt} = 0$$

$$n_1 S \frac{dB_1}{dt} + 64 n_2 S \frac{dI}{dt} = - 17 \frac{dI}{dt}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\int_{B_0}^{B_0/3} nS dB_1 + \int_{3B_0}^{9B_0/4} 64 nS dB_2 = \int_0^{I_k} -12 dI$$

$$-\frac{2}{3} B_0 nS \leftarrow \frac{3}{4} B_0 \cdot 64 nS = -17 I_k$$

$$I_k = \frac{1}{17} \left(\frac{2}{3} + 3 \cdot 16 \right) nS B_0 = \frac{146}{51} nS B_0$$

P.S. в начале $I=0$, т.к. ~~поле~~ внешние поле не изменяется.

Отв: 1) $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{nS \alpha}{16}$; $I_k = \frac{146}{51} nS B_0$.

P.S. ~~6 нисека~~

2) $I_k = \frac{146}{51} nS B_0$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

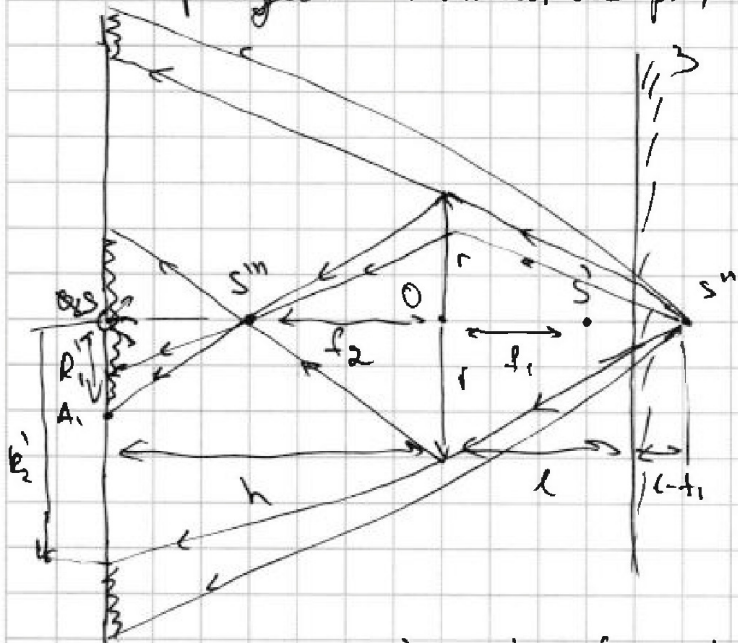
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

S'' - изображение S' в зеркале $\rho(S''; 3) = \rho(S'; 3) = \frac{2l - f_1}{6}$

Все лучи падающие на стержень будут лучами прошедшими из S'' , так как так отстоит предмет от зеркала

Т.е. проведем аксиоматичные рассуждения только к S вместо S' .



$$\text{По ФТХ: } \frac{1}{2l - f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$(2l - f_1) \cdot \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{5h}{6} \Rightarrow F = \frac{5h}{6}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15 - 6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$f_2 = \frac{5h}{9} < h \Rightarrow S'' \text{ будет перед стержнем}$$

$$\frac{R_1'}{r} = \frac{h - f_2}{f_2} = \frac{9h}{5h} - 1 = \frac{4}{5}$$

$$R_1' = \frac{4}{5} r$$

$$\frac{R_2'}{r} = \frac{h + 2l - f_1}{2l - f_1} = \frac{h + \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5} \Rightarrow R_2' = \frac{11}{5} r$$

$$S_2 = \pi R_2'^2 - \pi R_1'^2 = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \pi r^2 \frac{105}{25}$$

$$S_2 = \pi \cdot \frac{25 \cdot 105}{25} = 105 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Отв.: } 1) S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2; 2) S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$$



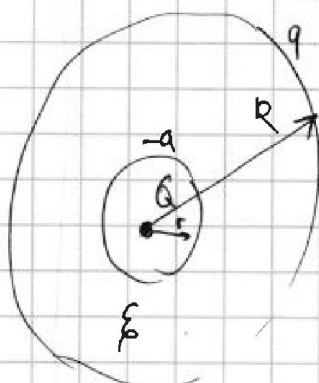
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Лорча QR-кода недопустима!

$$E = \frac{kq}{x^2}$$



$$E_{2.1} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E_{n2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$E_{n2} = \frac{E_2}{\epsilon}$$

$$\frac{k(Q-q)}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\epsilon Q - \epsilon q = Q$$

$$q = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

Гориз.

$$\begin{array}{r} 936 \\ -156 \\ \hline 780 \end{array}$$

$$\psi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

78

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ 48 \end{array}$$

$$\psi(r) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 39 \\ \hline 3042 \end{array}$$

$$13 \cdot 3 \cdot 2$$

$$\psi(r) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right) + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}$$

$$\begin{array}{r} 512 \\ \times 16 \\ \hline 8192 \end{array}$$

$$\psi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}$$

$$\psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{6kQ}{5\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{6}{5} - \epsilon + 1\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{11}{5} - \epsilon\right)$$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\psi_0} = 5$$

$$\psi\left(\frac{2R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{2\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\psi_0} = 4$$

$$\begin{array}{r} 512 \\ \times 16 \\ \hline 8192 \end{array}$$

$$\frac{2+\epsilon}{\frac{1}{2}+\epsilon} = \frac{5}{4}$$

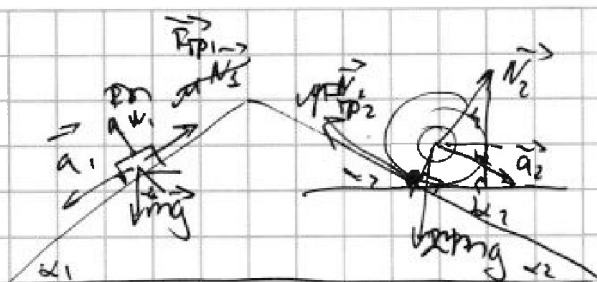
$$\epsilon = 5.5$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$mg \sin \alpha_1 = N_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu N_1 = ma_1$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

$$2mg \sin \alpha_2 - \mu N_2 = ma_2$$

$$\mu N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$2mg \sin \alpha_2 - F_{tr2} = 2ma_2$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$\left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) mg = F_{tr2}$$

$$F_3 = |F_2 - F_1|$$

$$= mg \left| \frac{7}{26} - \frac{1}{5} \right|$$

$$= mg \frac{35 - 26}{130} = \frac{9}{130} mg$$

$$F_{tr1} = \frac{mg}{5}$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_{tr1} = m \cdot \frac{6g}{13}$$

$$mg \frac{3}{5} - F_{tr1} = \frac{6mg}{13}$$

$$F_{tr1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \frac{39 - 30}{65} = mg \frac{9}{65}$$

$$\frac{7}{26} mg = F_{tr2}$$

$$F_{tr1} + N_2 \cdot \sin \alpha_2 + 2ma_2 \cdot \cos \alpha_2 - F_{tr2} \cdot \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 +$$

$$+ mg \sin \alpha_1 = 0$$

$$F_{tr2} = -\frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} mg + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg - \frac{4}{25} mg$$

$$65 \mid 13$$

$$5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 2$$

$$\begin{array}{r} 2 \ 3 \ 6 \\ \times 26 \\ \hline 2 \ 1 \ 6 \\ 7 \ 2 \\ \hline 9 \ 3 \ 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 6 \\ \hline 156 \\ \hline 338 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 2 \\ \hline 338 \\ \hline 1676 \\ \hline 338 \\ \hline 4056 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

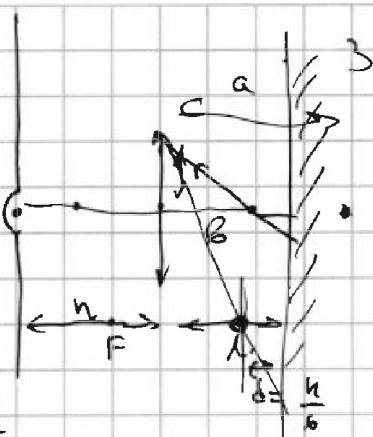
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 _ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F = \frac{1}{5} \quad r = 5 \text{ см}$$

$$l = \frac{1}{5}$$



$$\frac{11}{25} + \frac{176}{26 \cdot 13}$$

$$\frac{120}{240 - 84} = \frac{120}{176}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{8} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{2}{h} \Rightarrow b = \frac{h}{2} \quad d = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{4-3}{6}h = \frac{h}{6}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{l-b}{b} = \frac{l}{b} - 1 = \frac{\frac{2h}{3}}{\frac{h}{2}} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$R = \frac{r}{3}$$

$$a = l + l - b = 2l - b = \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{8-3}{6}h = \frac{5}{6}h$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow b_1 = \frac{5h}{9}$$

$$\frac{R_1}{r} = \frac{h-b_1}{b_1} = \frac{h}{b_1} - 1 = \frac{9h}{5h} - 1 = \frac{4}{5}$$

$$R_1 = \frac{4}{5}r$$

$$\frac{848}{38} = 22 \frac{16}{19}$$

$$25 \cdot 15^2 \cdot 2$$

$$(8 \cdot 169 - 169 \cdot 2 \cdot 12) + 50 \cdot 24 \cdot 5 - 75 \cdot 2 \cdot 12$$

$$240 - 84 = 176$$

$$-16 \cdot 169 + 25 \cdot 176$$

$$\begin{array}{r} 3 \quad 21 \\ \times 176 \\ \times 25 \\ \hline 1880 \\ 352 \\ \hline 4400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 169 \\ \times 16 \\ \hline 1014 \\ 169 \\ \hline 2704 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24000 \\ \times 2704 \\ \hline 1696 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$A_{12} = \frac{5p_0 + 8p_0}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) = 39p_0V_0 \quad \checkmark$$

$$A_{23} = 0; \quad A_{31} = - \frac{2p_0 + 8p_0}{2} \cdot 6V_0 = -30p_0V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 - 64)p_0V_0 = 9p_0V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (28 - 70)p_0V_0 = -63p_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot (64 - 28) = \frac{3}{2} \cdot 36 = 54p_0V_0$$

$$A_{\text{полн}} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (39 + 9)p_0V_0 = 48p_0V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -63p_0V_0 < 0$$

$$Q_{31} = 24p_0V_0$$

$$y = 12 - 2x \quad 5 \cdot 6$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{39 - 30}{48 + 24} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} \quad (12 - 2x)x = 12x - 2x^2 - \text{max} + \frac{12}{8} = \frac{3}{4}$$

$$A_{\text{полн}} = 9p_0V_0$$

$$pV = \nu RT \quad \frac{3}{4}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{полн}}} = \textcircled{1}$$

$$p = \frac{(p - p_1)}{V - V_1} = -2$$

$$p - 8p_0 = -2V + 16V_0$$

$$p = (8p_0 + 16V_0) - 2V$$

$$(8p_0 + 16V_0) - 2V^2 = pRT$$

$$\text{max. при } V = \frac{4p_0 + 8V_0}{4} = p_0 + 2V_0$$

$$\nu RT_{\text{max}} = (p_0 + 2V_0)(6p_0 - 12V_0) = 8p_0 + 16V_0 - 2p_0 - 4V_0 = (6p_0 - 12V_0)$$