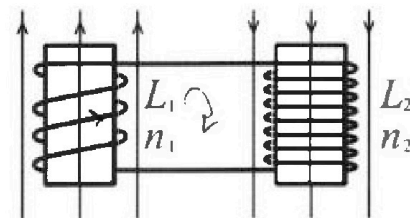


Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

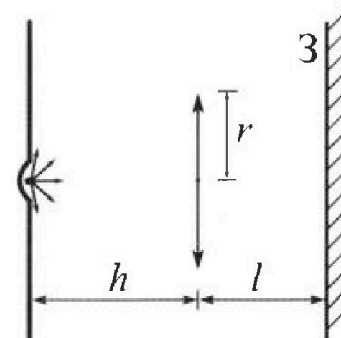
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

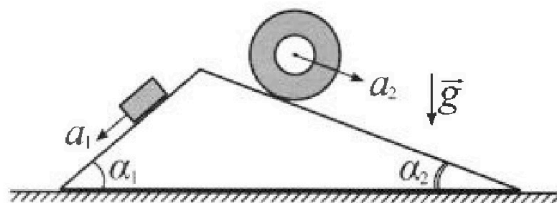
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

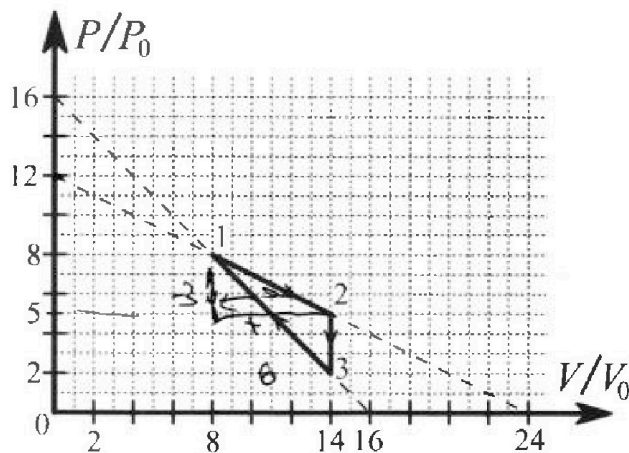


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

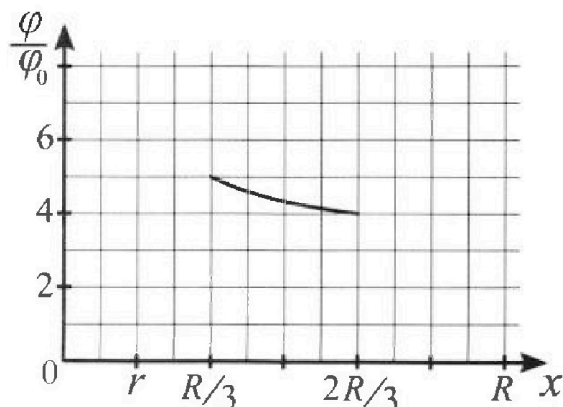
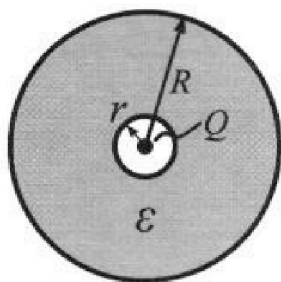
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



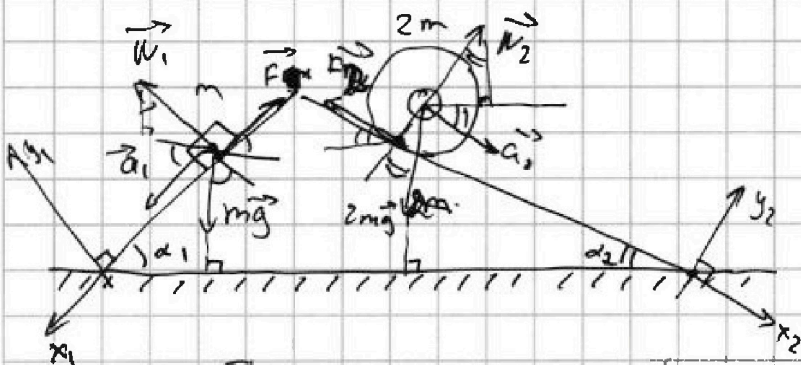


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Th. o gbum. y. n. gnd ~~спуска~~:  $N_1 + mg + F_{f1} = ma_1$

(y1):  $N_1 = mg \cos \alpha_1 = 0$

(x1):  $mg \sin \alpha_1 - F_{f1} = ma_1$

$F_{f1} = \frac{3}{5} mg - \frac{6}{13} mg = \frac{9}{65} mg = F_{f1} \Rightarrow F_{f1} = \frac{9mg}{65}$

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

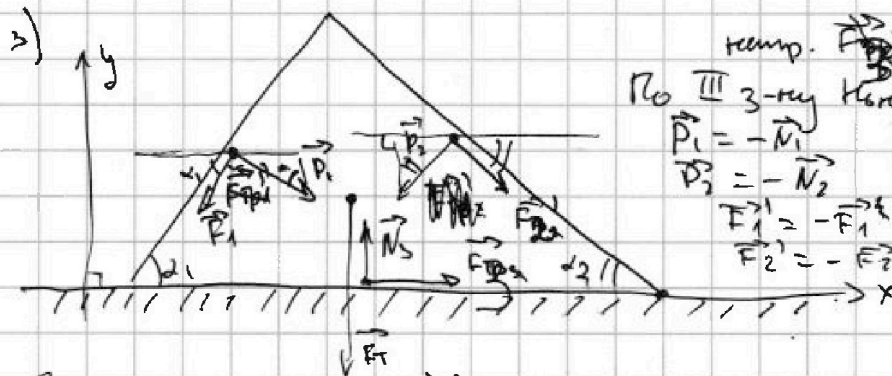
$mg - F_{f1} = \frac{6}{13} mg + \frac{3}{5} mg =$

2) Th. o gbum. y. n. gnd ~~вверх~~:  $N_2 + 2mg + F_{f2} = ma_2$

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

(x2):  $2mg \sin \alpha_2 - F_{f2} = 2ma_2 \Rightarrow F_{f2} = 2 \cdot \frac{10}{13} mg - \frac{1}{2} mg =$

$F_2 = \frac{7}{26} mg = F_{f2}$



контр.  $F_{f1}$  и  $F_{f2}$  свободно взаимодействуют

По III 3-му закону:

$P_1 = -N_1$   $F_{f1} = -F_{f1}$   
 $P_2 = -N_2$   $F_{f2} = -F_{f2}$   
 $F_1' = -F_1$   
 $F_2' = -F_2$

Th. o gbum. y. n. :  $F_{f1x} + P_1 + P_2 + F_{f2} + N_3 + F_T + F_{f3} = 0$

(x):  $-F_{f1} \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = P_2 \sin \alpha_2 + F_{f2} \cos \alpha_2 + F_{f3x} = 0$

$F_{f1x} = F_{f1} \cos \alpha_1 = N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_{f2} \cos \alpha_2 =$

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



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!

$$= \frac{936 + 4056 + 6000 - 2100}{2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{780}{2 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{6}{5 \cdot 13} \text{ mg} = \frac{6}{65} \text{ mg}$$

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

т.к.  $\vec{F}_{\text{TP3}} \perp \vec{F}_{\text{TPx}}$

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_2 = \pi S n \cdot$$

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

$$+ S n L \frac{dB_1}{dt} + 16 L \frac{dI}{dt} + 64 S n L \frac{dB_2}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 20$$

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

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

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

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

$$-12 - \frac{13}{5}$$

$$-48$$

$$18$$

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

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

$$144$$

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

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

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



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)  $\nu = 3$ , т.к. одноатомный идеальный газ

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

$$A_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{5p_0 + 8p_0}{2} (14V_0 - 8V_0) = 8 \cdot 48 \text{ } 33 p_0 V_0$$

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

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

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

3)  $\Delta U_{ij} = \frac{i}{2} \nu R (T_j - T_i) = i \nu R (T_j - T_i) \quad \left\{ \begin{array}{l} \nu = 3 \\ \text{идеальный газ } pV = \nu RT \end{array} \right.$

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

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = -9 \cdot 7 p_0 V_0 = -63 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = 3 \cdot 18 p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

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

4) I начало термодинамики  $Q^{\leftarrow} = A + \Delta U$

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

$> 0$  — теплота передается  
 $< 0$  — теплота отбирается

$$\eta = \frac{A_{\text{полн.}}}{Q_{\text{подв.}}^{\leftarrow}} = \frac{A_{\text{полн.}}}{Q_{12}^{\leftarrow} + Q_{31}^{\leftarrow}} = \frac{9 p_0 V_0}{48 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\eta = 12,5\%$$

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!

4) ~~max. T на 1-2 будет когда будет max p & V т.к. (pV = pRT)~~

~~pV будет max когда будет p0'~~

5) ~~pRT = pV~~ Обозначим на графике ось x Oy.

Тогда p = p0, V = xV0

$$\Delta RT = xy p_0 V_0 \quad (pRT = pV - y - cM - k) \Rightarrow T = xy \frac{p_0 V_0}{\Delta R}$$

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

max T на 1-2 будет при max xy на 1-2.

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

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

при  $x = 12$  тогда max f(x) на [8; 14] = f(12) =

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

f(x) ↓ при x ≥ 12  
f(x) ↑ при x ≤ 12  
⇒ max f(x) на [8; 14] будет f(12) = (12-6)·12 = 6·12 = 72

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

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

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

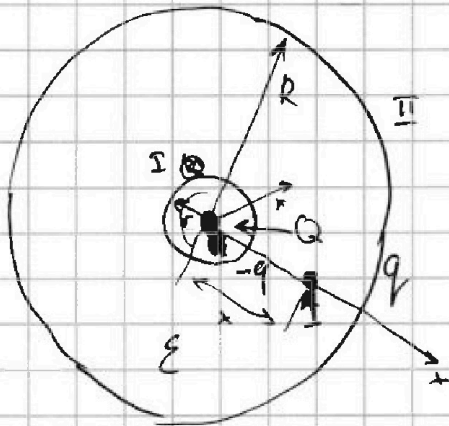


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 Шарик 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  $\epsilon$  в  $\epsilon$  диэлектрика была создаваемая системой как частиц,

$\vec{E}_1$  — поле в  $\epsilon=1$ , если бы не было диэлектрика

2) Мы знаем, что

$$|\vec{E}(x)| = \frac{kQ}{x^2} \quad \text{создаваемая диэлектриком (поле шарика/сферой) вне его}$$

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

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

$$\epsilon = \frac{E_1}{E_1'} = \frac{E_{1x}}{E_{1x}'} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{x^2}{k(Q-q)} = \frac{Q}{Q-q} \quad \begin{array}{l} \text{от шара} \\ \text{от центра поверхности} \end{array} \Rightarrow \epsilon Q - \epsilon q = Q \Rightarrow q = \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon} Q$$

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

$$\varphi_{\text{I}}(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} \quad (x > r)$$

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

где  $x < r < x < R$

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

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



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!

$$\begin{aligned} 4) \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi_0} &= 4 \text{ из графика } \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi_0} = 5 = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R} = \\ \frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\varphi_0} &= 4 = \frac{3kQ}{2\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\frac{3}{2} + \varepsilon - 1\right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{1+2\varepsilon}{2} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{2+\varepsilon}{1+2\varepsilon} \cdot 2 \Rightarrow \begin{aligned} 8\varepsilon + 16 &= 5 + 10\varepsilon \\ 2\varepsilon &= 11 \\ \varepsilon &= 5,5 \end{aligned}$$

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

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{5,5+1}{5}$$



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

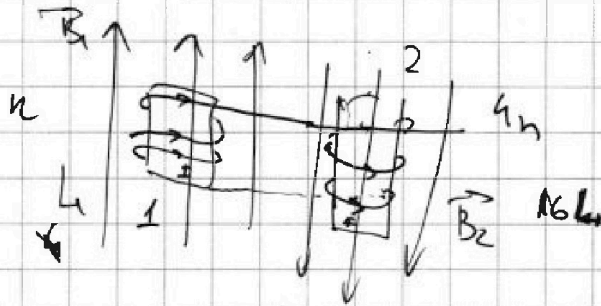
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $\Phi_{12} = B$

1)  $E_{12} = d$

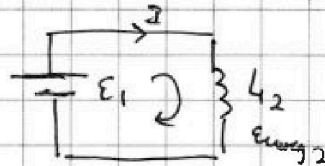
1)  $E_1 = -L_1 \frac{d\Phi_1}{dt} =$

$= -L_1 \frac{d(n_1 S B_1)}{dt} = -L_1 n_1 S \frac{dB_1}{dt} = -L_1 n S d$



Поскольку  $B_2$  не меняется, то  $E_{12} = 0$

$E_{12} = -L_2 \frac{dI}{dt} = -16L \frac{dI}{dt}$



По правилу Кирхгофа:

$E_1 + E_{12} = I R \rightarrow 0 \Rightarrow -L_1 n S d + (-16L \frac{dI}{dt}) = 0$

$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \left| \frac{n S d}{16} \right| = \frac{n S d}{16}$

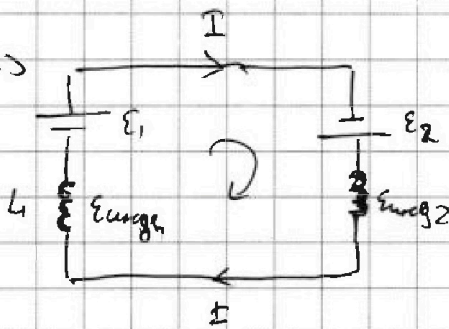
2)  $E_{12} = d$

$E_1 = -L_1 \frac{d\Phi_1}{dt} =$

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

$E_2 = -L_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = -16L$

$= -16L n_2 S \frac{dB_2}{dt} = -64L n S \frac{dB_2}{dt}$



$E_{12} = -L_1 \frac{dI}{dt}$

$= -L \frac{dI}{dt}$

$E_{21} = -L_2 \frac{dI}{dt} =$

$= -16L \frac{dI}{dt}$

По правилу Кирхгофа:

$E_1 + E_2 + E_{12} + E_{21} = I R \rightarrow 0$

$L_1 n S \frac{dB_1}{dt} + 64L n S \frac{dB_2}{dt} + 17L \frac{dI}{dt} = 0$

$n S d B_1 + 64 n S d B_2 = -17 d I$



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!

$$\int nS \frac{B_0}{3} \left( nS dB_1 + \int_{3B_0}^{9B_0} 64 nS dB_2 \right) = \int_0^{I_k} -12 dI$$

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

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

P.S. В начале  $I=0$ , т.к. поле во 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 нереал~~

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

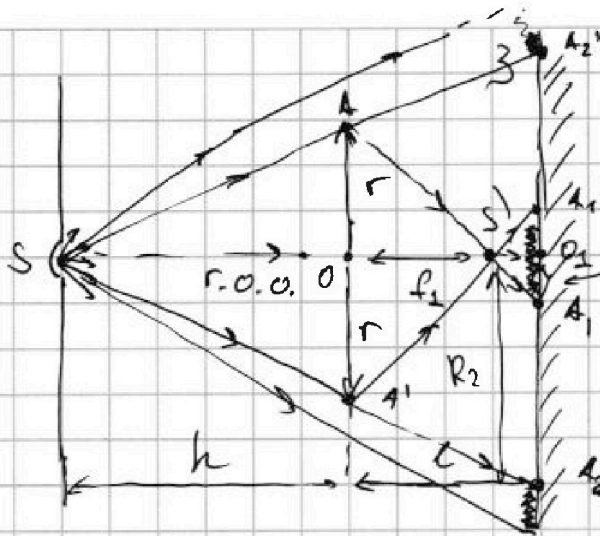
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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)  $S'$  - изображение  $S$  в линзе,  
т.к.  $h > F$ , то  $S'$  - действительное

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$  - формула Гюйгенса (ФТЛ)

по ФТЛ:  $\frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 = \frac{h}{2}$

2)  $f_1 < \frac{2h}{3} = l$  Любой луч, который попадает на зеркало проходит через точку линзы и  $S' \Rightarrow$

$\Rightarrow$  на зеркале будет освещена область в виде круга с

радиусом  $R_1$  и  $R_2$  ( $S'A_1$  - кратчайший путь) ( $R_1 = OA_1$ , т.к. центр о.кр. совпадает с т. пересечения Г.О.О. и зеркалом)  
 $\Delta AOS' \sim \Delta A_1O_1S'$  ( $\angle AOS' = \angle A_1O_1S' = 90^\circ$ )  
 $\angle AS'O = \angle A_1S'O_1$  - как верш.

$\Rightarrow \frac{OA_1}{OA} = \frac{O_1S'}{S'O}$  и т.д.  $\frac{R_1}{r} = \frac{l - f_1}{f_1} = \frac{l}{f_1} - 1 = \frac{2h}{3} \cdot \frac{2}{h} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$

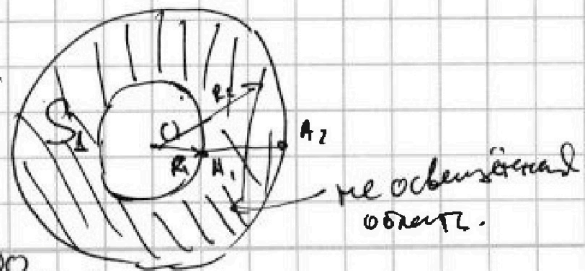
$R_1 = \frac{r}{3}$

$\Delta SOA_1 \sim \Delta SO_1A_2$  ( $\angle SOA_1 = \angle SO_1A_2 = 90^\circ$ )  
 $\angle OSA_1 = \angle O_1SA_2$   
 $\Rightarrow \frac{OA_2}{OA_1} = \frac{SO_1}{SO}$  и т.д.  $\frac{R_2}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{R_2}{r} = \frac{5}{3}$

$R_2 = r \cdot \frac{5}{3}$

$S_{12} = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) =$   
 $= \pi r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{8}{3} \pi r^2 = S_1$

$S_1 = \frac{8}{3} \cdot 25 \pi \text{ см}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$



не освещенная область.

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

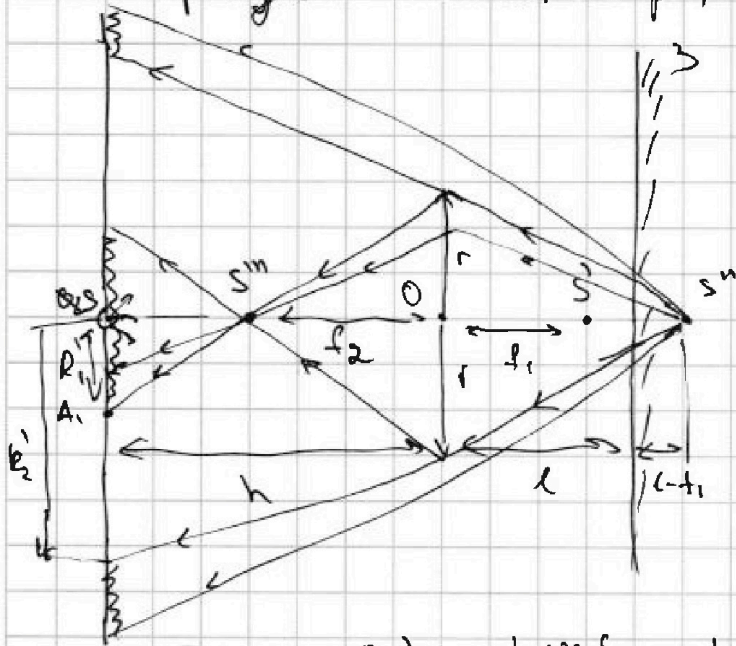
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

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

Все лучи падающие на стержень будут лучами идущими из  $S''$ , так и как так отстоит  $S''$  от делительной плоскости зеркала.

Где проведем аккомодацию  $\rho$  расфокусируем только к  $S$  влезет  $S$ .



По ФТХ:  $\frac{1}{l-f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$   
 $l-f_1 = \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{5h}{6} \Rightarrow F = \frac{6h}{5}$

$\Rightarrow S''$  - га дуги 39 мм зогі.  
 $\frac{1}{f_2} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h}$

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

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

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

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

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

$S_2 = \pi \cdot \frac{25 \cdot 0.5}{25} = 10.5 \pi \text{ см}^2$

Отв.: 1)  $S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$ ; 2)  $S_2 = 10.5 \pi \text{ см}^2$



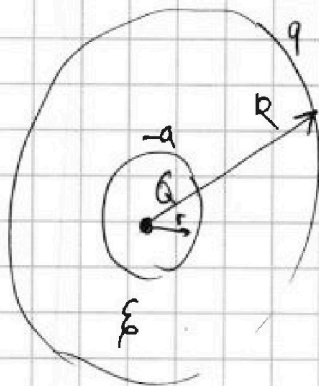
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



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

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

$$E_{н2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$E_{н2} = \frac{E_2}{\epsilon}$$

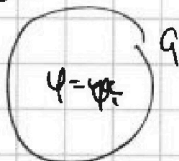
$$\frac{k(Q-q)}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

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

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

сфера

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



$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ 48 \end{array} \quad 10 \quad 8000$$

78

$$\phi(x) = \int E dx = \int \frac{kQ}{x^2} dx = \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{78}{39} = 2$$

$$13 \cdot 3 \cdot 2$$

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

$$\begin{array}{r} 420 \\ \times 25 \\ \hline 10500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ \times 8 \\ \hline 88 \end{array} \quad \begin{array}{r} 136 \\ \times 144 \\ \hline 19584 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \times 8 \\ \hline 136 \end{array}$$

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

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

$$\phi\left(\frac{R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\phi_0} = 5$$

$$\phi\left(\frac{2R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{2\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\phi_0} = 4$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ \times 16 \\ \hline 640 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \times 8 \\ \hline 136 \end{array} \quad \frac{3 + \epsilon - 1}{\frac{3}{2} + \epsilon - 1} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2 + \epsilon}{\frac{1}{2} + \epsilon} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{4 + 2\epsilon}{1 + 2\epsilon} = \frac{5}{4} \Rightarrow 16 + 8\epsilon = 5 + 10\epsilon \Rightarrow 11 = 2\epsilon$$

$$\epsilon = 5.5$$

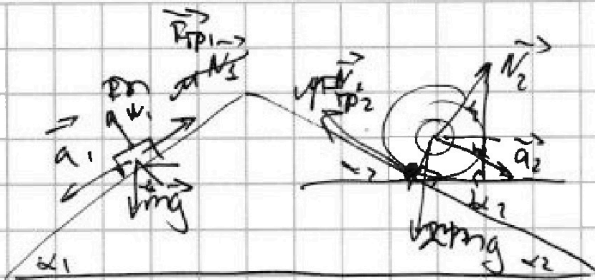


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$mg \sin \alpha_1 = N_1$$

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

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

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

$\mu N_1$

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

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{15} mg$$

$$F_3 = |F_2 - F_1| = mg \left| \frac{7}{26} - \frac{1}{5} \right| = 2mg \frac{35-26}{130} = \frac{9}{130} mg \approx \frac{1}{13} mg$$

$$\left( \frac{10}{12} - \frac{1}{2} \right) mg = F_{fr2}$$

$$\frac{7}{26} mg = F_{fr2}$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_{fr1} = m \cdot \frac{6g}{13}$$

$$mg \frac{3}{5} - F_{fr1} = \frac{6mg}{13}$$

$$F_{fr1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \frac{39-30}{45} = mg \frac{9}{45} =$$

$$F_{fr1} = \frac{mg}{5}$$

$$F_{fr3} + N_2 \cdot \sin \alpha_2 + m \cdot 2ma_2 \cdot \cos - F_{fr2} \cdot \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + F_{fr1} \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_{fr3} = -\frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} mg + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg - \frac{4}{25} mg$$

65 | 13

5 · 5 · 13 · 13 · 2

2 3 3 6 26

2 1 6

7 2

9 3 6

26

338

338

169

2

338

338

1676

338

4056



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

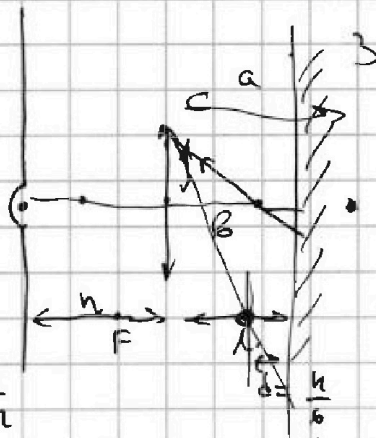
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

$$F = 5 \text{ см}$$

$$l = 5 \text{ см}$$

$$r = 5 \text{ см}$$



$$\frac{11}{25} + \frac{176}{2613}$$

120

$$\frac{240}{-84}$$

$$176$$

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

$$\frac{1}{8} = \frac{2}{h} \Rightarrow b = \frac{h}{2} \quad d = \frac{2h}{5} - \frac{h}{2} = \frac{4-5}{6}h = -\frac{h}{6}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{l-b}{b} = \frac{l}{b} - 1 = \frac{\frac{2h}{5}}{\frac{h}{2}} - 1 = \frac{4}{5} - 1 = \frac{1}{5}$$

$$R = \frac{r}{5}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{848}{38} \Big| 13$$

$$\frac{81}{7}$$

$$25 \cdot 13^2 \cdot 2$$

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

$$240 - 84 = 176$$

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

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

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

$$\begin{array}{r} 13 \\ 2400 \\ \times 16 \\ \hline 2704 \\ \hline 1696 \end{array}$$

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!

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

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

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

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (28 - 70) p_0 V_0 = -63 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot (64 - 28) = \frac{3}{2} \cdot 36 = 18 \cdot 3 = 54 p_0 V_0 \quad \checkmark$$

$$A_{\text{анн}} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (9 + 39) p_0 V_0 = 48 p_0 V_0 \quad \checkmark$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -63 p_0 V_0 \quad \checkmark$$

$$Q_{31} = 24 p_0 V_0$$

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

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

$$A_{\text{анн}} = 9 p_0 V_0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$pRT_{\text{max}} = (p_0 + 2V_0)(6p_0 - 12V_0) \quad \begin{matrix} 8p_0 + 16V_0 - 2p_0 - 4V_0 \\ (6p_0 - 12V_0) \end{matrix}$$