



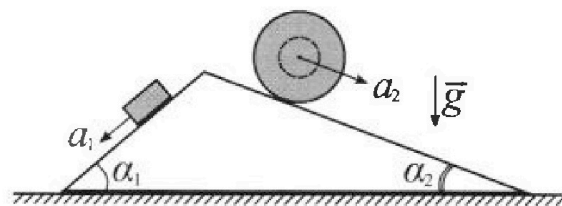
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



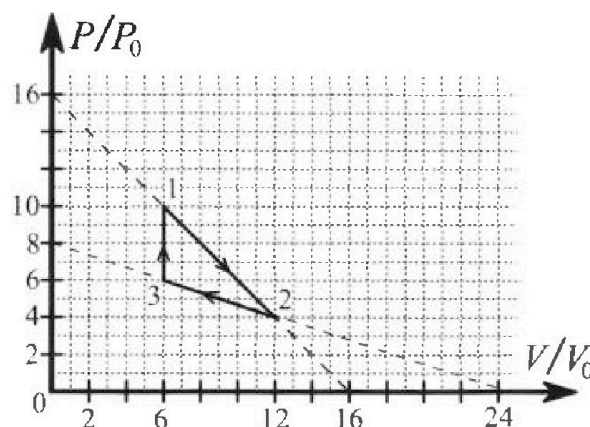
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). 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 шаром 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.

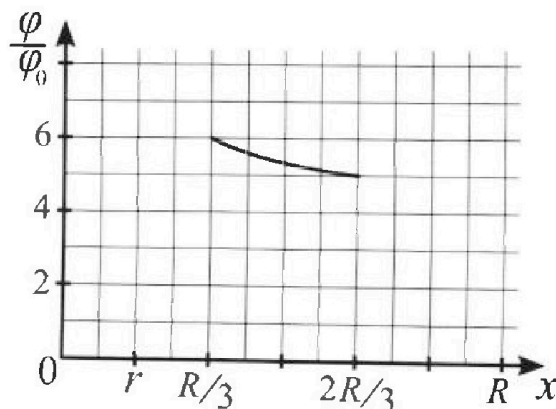
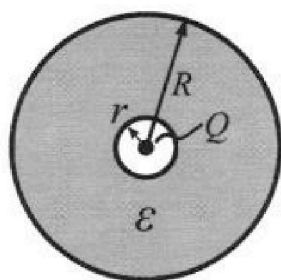


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



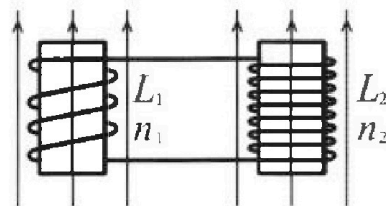
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

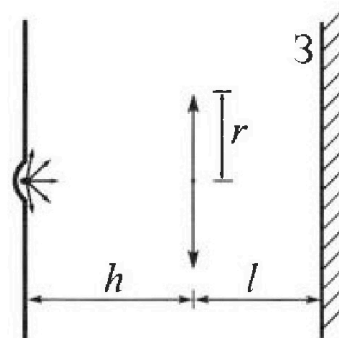


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 уменьшаться 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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.



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 1

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!

N1

Дано:

$$a_1 = \frac{5}{17}g$$

$$a_2 = \frac{8}{27}g$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

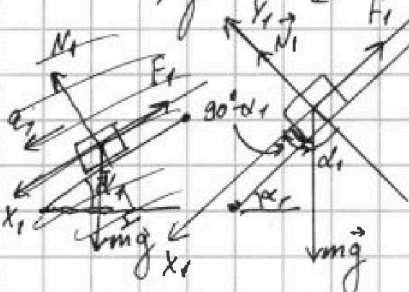
$$m$$

$$1) F_1 = ?$$

$$2) F_2 = ?$$

$$3) F_3 = ?$$

1) Рассм. брусок.

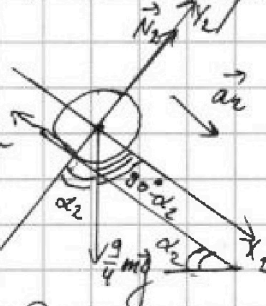


$$X1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{17}g = \frac{51-25}{17 \cdot 5}mg = \frac{26}{85}mg$$

$$Y1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg$$

2) Рассм. шар.



$$X2: \frac{9}{4}mg \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{9}{4}m \cdot a_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4}mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{9}{4}m \cdot \frac{8}{27}g = \frac{18}{17}mg - \frac{2}{3}mg = \frac{54-34}{17 \cdot 3}mg = \frac{20}{51}mg$$

$$Y2: N_2 = \frac{9}{4}mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{9}{4}mg \cdot \frac{15}{17} = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17}mg$$

3) Рассм. клин: ТК клин в покое, то $R_x = 0$

$$X: F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_3 = 0$$

$$F_3 = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 =$$

$$= \frac{20}{51}mg \cdot \frac{8}{17} + \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{26}{85}mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17}mg \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{100}{172}mg - \frac{270}{172}mg + \frac{12}{25}mg - \frac{109}{1725}mg =$$

$$= -\frac{40}{172}mg + \frac{204}{1725}mg - \frac{109}{1725}mg = \frac{100}{1725}mg - \frac{40}{172}mg =$$

$$= \frac{4}{17}mg - \frac{20}{172}mg = \frac{68}{172}mg - \frac{20}{172}mg = \frac{48}{172}mg = \frac{6}{21.5}mg = \frac{2}{28.9}mg$$

знак "-" означает, что F_3 направлена вправо, а не влево.

$$F_3 = \frac{2}{28.9}mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85}mg$

$$2) F_2 = \frac{20}{51}mg$$

$$3) F_3 = \frac{2}{28.9}mg$$



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!

N 2

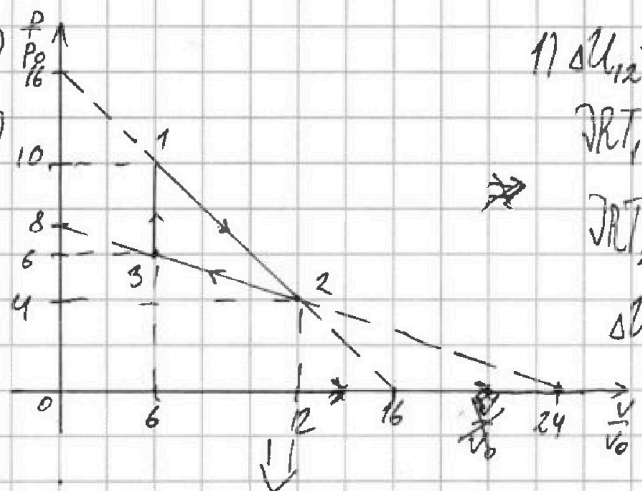
1) $|dU_{12}|$?

2) A' ?

3) η ?

T_3 ?

$i=3$

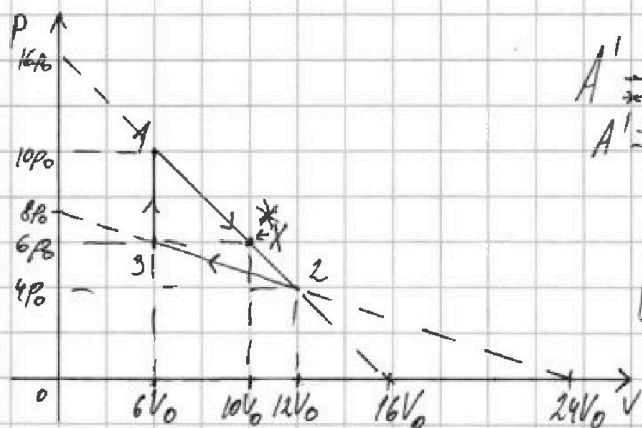


$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\nu R T_1 = 10 P_0 \cdot 6 V_0 = 60 P_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 12 V_0 \cdot 4 P_0 = 48 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} (48 P_0 V_0 - 60 P_0 V_0) = -18 P_0 V_0$$



A' — работа газа за цикл.

$$A' = S_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} \cdot (12 V_0 - 6 V_0) \cdot (10 P_0 - 6 P_0) = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 P_0 = 12 P_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \frac{3}{2}$$

2) Расск. процесс 1-2 через малые величины:

$$\delta Q = dU_{12} + \delta A_{12} = \frac{3}{2} \nu R dT_{12} + P_{12} dV_{12}, \quad (P_{12} V_{12} = \nu R T_{12})$$

$$P_{12} dV_{12} + V_{12} dP_{12} = \nu R dT_{12}$$

$$\delta Q_{12} = \frac{3}{2} P_{12} dV_{12} + \frac{3}{2} V_{12} dP_{12} + P_{12} dV_{12} = \frac{5}{2} P_{12} dV_{12} + \frac{3}{2} V_{12} dP_{12}$$

P_{12} от V_{12} на 1-2 заданым мат: $P_{12} = 16 P_0 - K V_{12}, K = \text{const}$

$$\text{т.т.: } 10 P_0 = 16 P_0 - K \cdot 6 V_0$$

$$6 P_0 = 6 K V_0, K = \frac{P_0}{V_0}, P_{12} = 16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot V_{12}$$

$$dP_{12} = 0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot 1 \cdot dV_{12}, dP_{12} = -\frac{P_0}{V_0} dV_{12}$$

$$\delta Q_{12} = \frac{5}{2} \cdot (16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}) \cdot dV_{12} + \frac{3}{2} V_{12} \cdot (-\frac{P_0}{V_0} dV_{12}) = dV_{12} (40 P_0 - \frac{5}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{12} - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{12}) =$$

$$= dV_{12} (40 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V_{12}) \Rightarrow \text{Процесс не изотермический.}$$

Баз перестанет пагубах мекд цм $\delta Q_{12} = 0 \Rightarrow 40 P_0 - \frac{4 P_0}{V_0} V_{12} = 0$



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
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!

$$10p_0 = \frac{P_0}{V_0} V_x, V_x = 10V_0 \Rightarrow T_{12} = T_{12max} \text{ при } V_x = 10V_0, p = p_x = 6p_0$$

$$2RT_{12max} = 6p_0 \cdot 10V_0 = 60p_0V_0$$

$$10p_0 = \frac{P_0}{V_0} V_x, V_x = 10V_0. \text{ После этого методом отгадывания, зная}$$

$$\text{температура не } p_{12} = 16p_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}, 2RT_{12} = p_{12}V_{12}, T = \frac{p}{p_{12}} = \frac{2RT}{V}$$

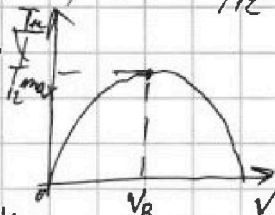
$$\frac{2RT_{12}}{V} = 16p_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}, T_{12} = \frac{16p_0}{2R} V_{12} - \frac{P_0}{2RV_0} V_{12}^2 \Rightarrow$$

$$V_0 = -\frac{16p_0 \cdot 2RV_0}{2R \cdot 2(P_0)} = 8V_0$$

$$T_{12max} = \frac{16p_0}{2R} \cdot 8V_0 - \frac{P_0}{2RV_0} \cdot (8V_0)^2 = 2 \frac{128p_0V_0}{2R} - \frac{64P_0V_0}{2R} = \frac{64p_0V_0}{2R}$$

$$T_3 = \frac{p_3V_3}{2R} = 6p_0 \cdot 6V_0 = \frac{36p_0V_0}{2R}$$

$$\frac{T_{12max}}{T_3} = \frac{64p_0V_0 \cdot 2R}{2R \cdot 36p_0V_0} = \frac{16}{9}$$



$$3) \text{ Задача процесс 2-3: } dQ_{23} = dU_{23} + dA_{23} = \frac{3}{2} 2RdT_{23} + p_{23}dV_{23}$$

$$= \frac{3}{2} p_{23}dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23}dp_{23} + p_{23}dV_{23} = \frac{5}{2} p_{23}dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23}dp_{23}$$

$$p_{23} = 8p_0 - mV_{23}, m = \text{const}, 0 = 8p_0 - m \cdot 24V_0, m = \frac{P_0}{3V_0}$$

$$p_{23} = 8p_0 - \frac{P_0}{3V_0} V_{23}, dp_{23} = -\frac{P_0}{3V_0} dV_{23}$$

$$dQ_{23} = \frac{5}{2} (8p_0 - \frac{P_0}{3V_0} V_{23}) dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23} (-\frac{P_0}{3V_0}) dV_{23} = dV_{23} (20p_0 - \frac{5P_0}{6V_0} V_{23} - \frac{P_0}{2V_0} V_{23}) =$$

$$= dV_{23} (20p_0 - \frac{4}{3} \frac{P_0}{V_0} V_{23}), dQ_{23} = 0 \Rightarrow 20p_0 = \frac{4}{3} \frac{P_0}{V_0} V_3, V_3 = 15V_0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ на графике процесса не мен в процессе 2-3 методом отгадывания.

$$Q_{H4}) \eta = \frac{A}{Q_H}, A' = 12p_0V_0, Q_H - \text{нагревающее тепло.}$$

$$Q_H = Q_{1x} + Q_{31}, Q_{31} = \frac{3}{2} 2R(T_3 - T_1), T_x \Delta V_{31} = 0,$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot (10p_0 \cdot 6V_0 - 6p_0 \cdot 6V_0) = \frac{3}{2} \cdot 24p_0V_0 = 36p_0V_0$$

$$Q_{1x} = \frac{3}{2} 2R(T_x - T_1) + A'_{1x}, T_x = T_{12max}, A'_{1x} = \frac{1}{2} A' = \frac{1}{2} \cdot (10p_0 + 6p_0) \cdot (10V_0 - 6V_0) = \frac{16 \cdot 9p_0V_0}{2} =$$

$$T_x = \frac{p_x V_x}{2R} = \frac{6p_0 \cdot 10V_0}{2R} = \frac{60p_0V_0}{2R}, T_1 = \frac{P_0 V_1}{2R} = \frac{10p_0 \cdot 6V_0}{2R} = \frac{60p_0V_0}{2R} \Rightarrow T_x = T_1, \Delta U_{1x} = 0 = 32p_0V_0$$

$$Q_{1x} = A'_{1x} = 32p_0V_0$$

$$Q_H = 32p_0V_0 + 36p_0V_0 = 68p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_H} = \frac{12p_0V_0}{68p_0V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) $\frac{A'_{1x}}{Q_H} = \frac{3}{17}$
2) $\frac{T_{12max}}{T_3} = \frac{16}{9}$
3) $\eta = \frac{3}{17}$



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 1

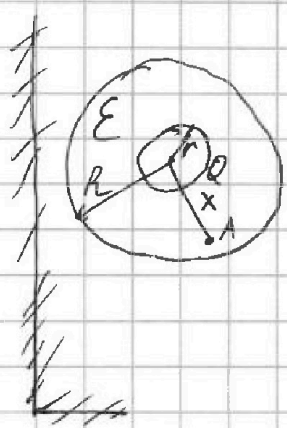
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

Дано: E, r, R

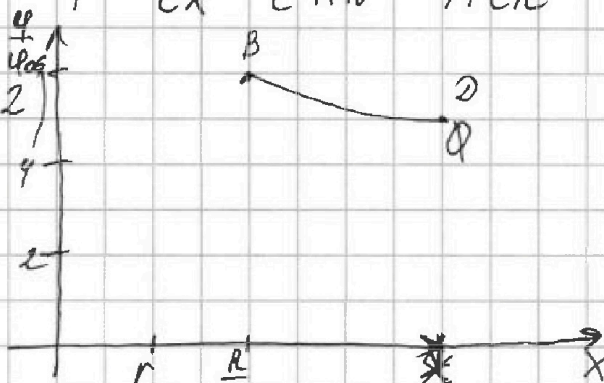
1) $\varphi_A = ?$
($x = \frac{11}{12}R$)

2) $E = ?$



$1) \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{kQ}{x}$ - при $x \leq r$, $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon R}$ - при $x > r$

$\varphi_A = \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ \cdot 12}{\epsilon \cdot 11R} = \frac{12kQ}{11\epsilon R} = \varphi$



При $x = \frac{R}{3}$: $\varphi_B = 6\varphi_0$

$\varphi = 6 \cdot \frac{kQ}{\epsilon R}$

При $x = \frac{2R}{3}$: $\varphi_0 = \varphi_D = 5\varphi_0 = \frac{5kQ}{r}$

* Потенциал задается следующим уравнением:

$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$

2) $\varphi_B = 6\varphi_0 = 6 \frac{kQ}{\epsilon R}$
 $\varphi_B = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R} = \frac{3kQ}{\epsilon R} \Rightarrow \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{3kQ}{\epsilon R}$, $\epsilon R = \frac{R}{2}$
 $\epsilon = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$

$\varphi_D = 5\varphi_0 = 5 \frac{kQ}{r}$
 $\varphi_D = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon \cdot 2R} = \frac{3kQ}{2\epsilon R} \Rightarrow \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{3kQ}{2\epsilon R}$, $\frac{2\epsilon R}{3} = \frac{r}{5}$, $\epsilon R = \frac{3r}{10R}$

2) $\varphi_B = 6\varphi_0$
 $\varphi_B = \frac{3kQ}{\epsilon R}$ } $\varphi_0 = \frac{3kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{2\epsilon R}$, φ_0 - потенциал вне шара.

3) $\varphi_D = 5\varphi_0$
 $\varphi_D = \frac{3kQ}{\epsilon R}$ } $\varphi_0 = \frac{3kQ}{10\epsilon R}$

Ответ: $\varphi_A = \frac{12kQ}{11\epsilon R}$, $\varphi = \frac{12kQ}{11\epsilon R}$
 $\epsilon = 2$

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

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!

Пропускаем (*), от $t=0$ до $t=t_0$ максимума тока
изменений:

$$\sum \frac{13}{4} L \Delta I = \sum \frac{3}{2} n S \Delta B_2 - \sum n S \Delta B_1$$

$$\frac{13}{4} L \sum \Delta I = \frac{3}{2} n S \sum \Delta B_2 - \sum n S \sum \Delta B_1$$

$$\frac{13}{4} L \cdot (I_k - 0) = \frac{3}{2} n S \left(\frac{8}{3} B_0 - 4 B_0 \right) - n S \left(\frac{3}{4} B_0 - B_0 \right)$$

$$\frac{13}{4} L I_k = \frac{3}{2} n n S \cdot \left(-\frac{4}{3} B_0 \right) - n S \left(-\frac{1}{4} B_0 \right)$$

$$\frac{13}{4} L I_k = -2 n S B_0 + \frac{1}{4} n S B_0, \quad \frac{13}{4} L I_k = -\frac{7}{4} n S B_0$$

$$I_k = -\frac{7 n S B_0}{13 L}, \quad |I_k| = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

Ответ: 1) $\sum I_1 = \frac{2 S n}{L}$

2) $I_k = \frac{7 n S B_0}{13 L}$



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!

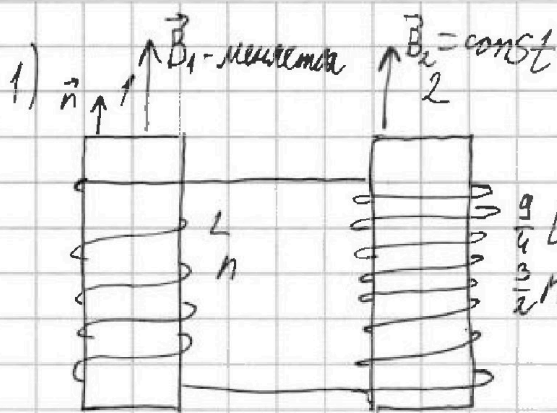
N/4
 $L_1 = L$
 $L_2 = \frac{9}{4}L$
 $n_1 = n$

$n_2 = \frac{3}{2}n$
 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha B_0$

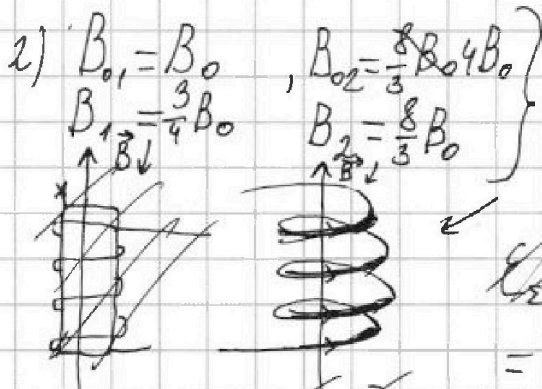
1) $I = I_1$?

2) $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$

2) I_2 ?



$\mathcal{E}_i = -\Phi'_i = -(nBS \cos 0^\circ)' = B'S'_i = \frac{\Delta B}{\Delta t} S n = -|\alpha| \cdot S n = \alpha S n$
 $\mathcal{E}_i = -L \cdot I_1 = -L \alpha S, I_1 = -\frac{\alpha S n}{L}, \text{ так } |I_1| = \frac{\alpha S n}{L}$



$\Rightarrow$ оба поля уменьшаются, значит, по правилу Ленца они будут индуцированы противоположно.

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2} = \mathcal{E}_{i1} = -\Phi'_1 = -(n_1 B_1 S \cos 0^\circ)'$
 $= -n_1 S \frac{\Delta B_1}{\Delta t}, \mathcal{E}_{i1} = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{i2} = -L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -\frac{9}{4}L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$
 $\mathcal{E}_{i2} = -\Phi'_2 = -(B_2 \cdot n_2 \cdot S \cos 0^\circ)' = -B_2 S \cdot \frac{\Delta n_2}{\Delta t}$
 $\Rightarrow \frac{9}{4}L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = B_2 S \cdot \frac{\Delta n_2}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{i2} = -\Phi'_2 = -(B_2 \cdot \frac{3}{2}n \cos 0^\circ)' = -\frac{3}{2}n S \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$

3) $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1} = -\frac{3}{2}n S \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + n S \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = \frac{n S}{\Delta t} (\Delta B_1 - \frac{3}{2} \Delta B_2)$

$\mathcal{E}_2 = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -(L + \frac{9}{4}L) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{13}{4}L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$-\frac{13}{4}L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S}{\Delta t} (\Delta B_1 - \frac{3}{2} \Delta B_2)$

$\frac{13}{4}L \Delta I = \frac{3}{2}n S \Delta B_2 - n S \Delta B_1 (*)$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

№5

СТЕЧА

$h, F = \frac{2}{3}h$
 $r = 4 \text{ см}$
 $l = \frac{h}{2}$
 $1) S_1 = ?$
 $2) S_2 = ?$

1) Температура будет на протяжении X !

$X = g + \Delta$
 $g = \frac{h}{2} - \frac{h \cdot 2}{h} = -2$
 $g = \frac{l - h}{2} = \frac{1}{2}$
 $g = \frac{r}{2}$

2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}, f = \frac{dF}{d-F} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}h}{h - \frac{2}{3}h} = \frac{2h^2}{\frac{1}{3}h} = 2h$
 $\frac{\Delta}{r} = \frac{l}{f} = \frac{h}{2 \cdot 2h} = \frac{1}{4}, \Delta = \frac{r}{4}, X = \Delta + g = \frac{r}{4} + \frac{r}{2} = \frac{3}{4}r$
 $L = \frac{L}{r} = \frac{3h}{2 \cdot h} = \frac{3}{2}, L = \frac{3}{2}r$

Радиус освещ. части равен
 $S_0 = \pi(r-\Delta)^2 = \pi(r - \frac{r}{4})^2 = \frac{9}{16}\pi r^2$
 $S_1 = \pi L^2 - S_0 = \pi \cdot \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 =$
 $= \frac{36}{16}\pi r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16} \cdot 3,14 \cdot 4 \text{ см}^2 = 85,59 \text{ см}^2$

Ответ: $S_1 = \frac{27}{16}\pi r^2$
 $S_1 = 85,59 \text{ см}^2$

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
☐

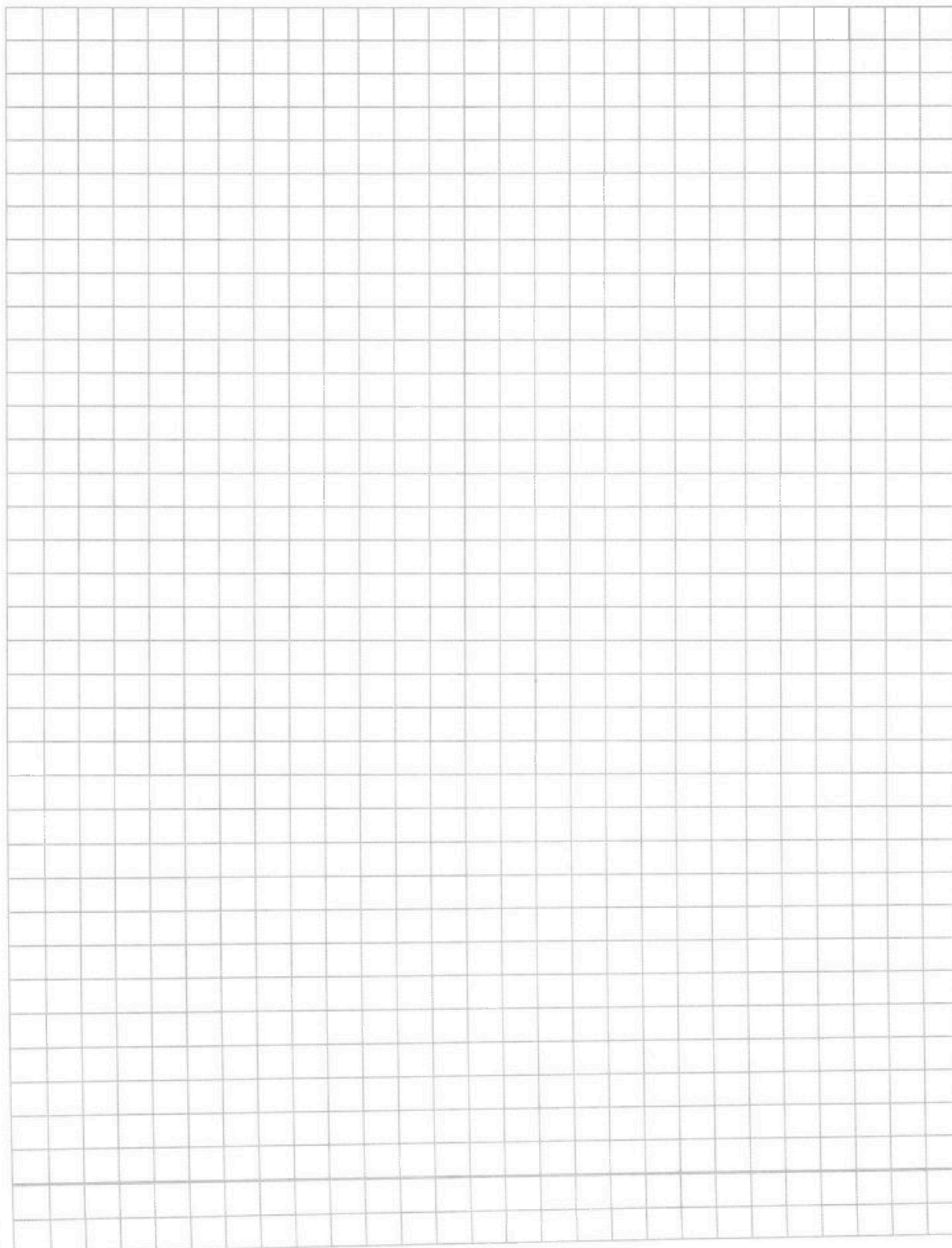
5
☐

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. Порча QR-кода недопустима!



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.

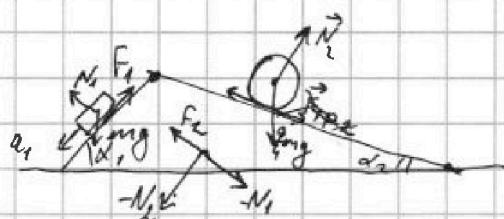


1 2 3 4 5 6 7

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!

М



$$1) a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = \mu \cdot mg \cos \alpha_1, F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = m$$

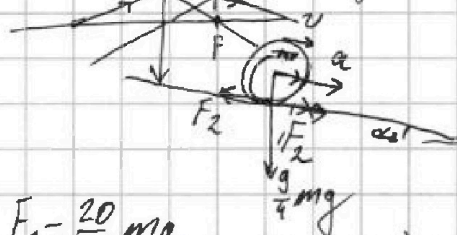
$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{17} g = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left(\frac{51 - 25}{5 \cdot 17} \right) = mg \cdot \frac{26}{85}, F_1 = \frac{26}{85} mg$$

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

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = mg \cdot \frac{15}{17} \quad \frac{F_1}{2.6r} = \frac{1}{12}$$

$$2) F_2 + \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9}{4} ma_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m (a_2 - g \sin \alpha_2) = \frac{9}{4} m \left(\frac{8}{27} g - g \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{27} g - \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{17} g$$



$$F_2 = \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{27} g - \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{17} g = \frac{2}{3} mg - \frac{18}{17} mg =$$

$$Ox: \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 + F_{2x} = \frac{9}{4} ma_2$$

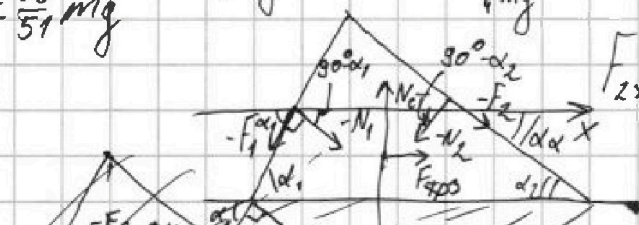
$$F_{2x} = \frac{9}{4} m a_2 - \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2$$

$$F_{2x} = \frac{9}{4} \cdot m \cdot \frac{8}{27} g - \frac{9}{4} mg \cdot \sin \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{2}{3} mg - \frac{18}{17} mg = \frac{34 - 54}{51} mg = \frac{20}{51} mg$$

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

3)



$$Ox: F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$$

$$F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 =$$

$$= \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} mg - \frac{12}{25} mg + \frac{120}{17^2} mg - \frac{100}{17^2} mg = -\frac{4}{17} mg + \frac{20}{17^2} mg =$$

$$= \frac{20}{17^2} mg - \frac{68}{17^2} mg = -\frac{48}{289} mg$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 270 \\ \hline \times 135 \\ 270 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 26 \\ 104 \\ \hline \times 26 \\ 104 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 317 \\ 2219 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 120 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 104 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 184 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ 68 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 104 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 184 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 17 \\ \hline 209 \end{array}$$



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!

$\frac{N^2}{P_0}$

10

6

4

6

12

V_0

$A' = \frac{1}{2} \cdot 8V_0 \cdot 4P_0 = 12P_0V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \Delta R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \Delta R(48P_0V_0 - 60P_0V_0) = -\frac{3 \cdot 18}{2} P_0V_0 = -18P_0V_0$

$10P_0 \cdot 6V_0 = 3RT_1$

$3RT_1 = 60P_0V_0$

$3RT_2 = 48P_0V_0$

$A' = \frac{1}{2} \cdot 8V_0 \cdot 4P_0 = 12P_0V_0$

$1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{3}{2}$

$\Delta Q = dU + \delta A = \frac{3}{2} \Delta R dT + p dV = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV =$

$\Delta R dT = p dV + V dp$

$p = 16P_0 - \frac{P_0}{16V_0} \cdot 10P_0 = 16P_0 - K \cdot 6V_0$

$p = 16P_0 - KV$

$6P_0 = K \cdot 6V_0, K = \frac{P_0}{V_0}$

$dp = 0 - \frac{P_0}{V_0} dV, dp = -\frac{P_0}{V_0} dV$

$= \frac{5}{2} \cdot (16P_0 - \frac{P_0}{16V_0} V) \cdot dV - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V dV = 40P_0 dV - \frac{5P_0}{2V_0} dV - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V dV =$

$= dV (40P_0 - \frac{5P_0}{2V_0} V - \frac{3P_0}{2V_0} V) = dV (40P_0 - 4P_0V)$

On перемещаем по окружности между $\delta Q = 0$, а значит $48P_0 = \frac{4P_0}{V_0} V, V = 10V_0$

значим $T_2 = T_{max}$ при $V = 10V_0$

$T_K T_{12} = \frac{Q}{A}$

$\frac{r}{2} + \frac{r}{4} = \frac{2r}{4} + \frac{r}{4} = \frac{3r}{4}$

$r = 6R$

$R = 6R$

$E = \frac{3R}{2} = \frac{1}{2} V_0 = K = \frac{P_0}{3V_0} = \frac{P_0}{3V_0}$

$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = dV (\frac{5}{2} (8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V) - \frac{3P_0}{2V_0} V) =$

$= dV (20P_0 - \frac{5P_0}{6} V - \frac{3P_0}{2V_0} V) = dV (20P_0 - \frac{8P_0}{3} V)$

$V_x = 20P_0 = \frac{8P_0}{3} V_x, V_x = 15V_0$

$\frac{5}{6} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6} + \frac{3}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$

$\frac{1}{V} = \frac{1}{V_0} - \frac{P_0}{V_0^2} V$

$T = \frac{16P_0}{2R} V - \frac{P_0}{2RV_0} V^2$

$V_{max} = \frac{-16P_0 \cdot 2RV_0}{2R \cdot 2P_0} = 8V_0$

$\frac{16}{8} - \frac{68}{4} = \frac{14}{12}$

$\frac{16}{128} - \frac{68}{28} = \frac{14}{36}$

$\frac{16}{36} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$

$\frac{16}{24} - \frac{68}{24} = \frac{14}{24}$