

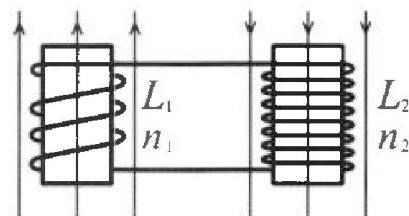
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

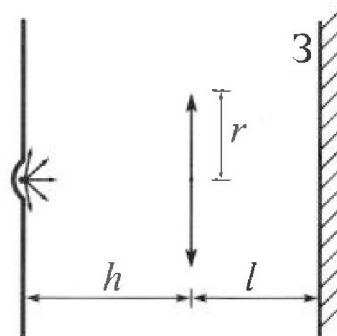


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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.

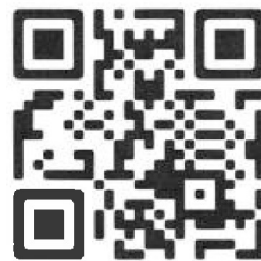
Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



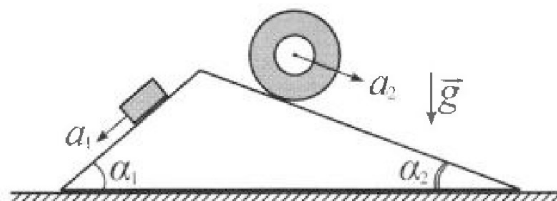
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

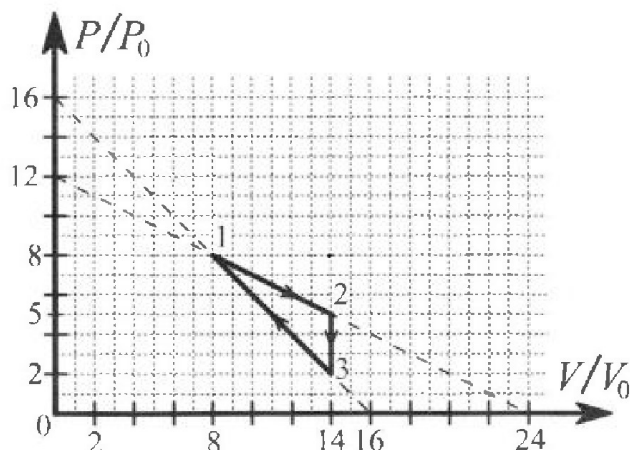


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

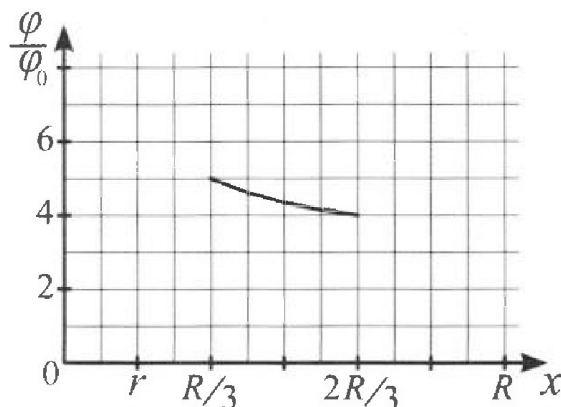
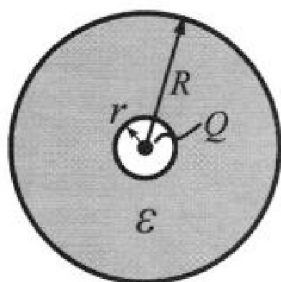
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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!

Дано:

$$l=3$$

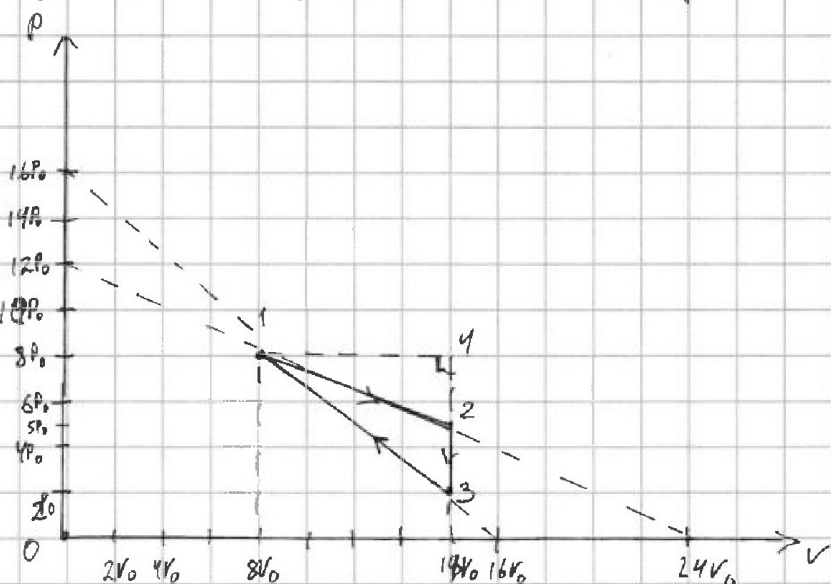
$$1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{г}}}$$

$$2) \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3}$$

$$3) \eta$$

Решение:

Переходим график в PV координатах.



Т.к. работа газа, это $A_{\text{г}} = \oint P dV$; где $\oint$ - цикл, то работу газа за цикл S можно выразить через площадь на графике PV, ограниченную циклом

$$A_{\text{г}} = S = S_{143} - S_{142} = \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_3) - \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_2) =$$

$$= \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_3 - P_4 + P_2) = \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_2 - P_3) = \frac{1}{2}(14V_0 - 8V_0)(5P_0 - 2P_0) =$$

$$= \frac{1}{2}6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0V_0 \quad S = A_{\text{г}} = 9P_0V_0$$

$$U = \frac{l}{2} \nu R T = \frac{3}{2} \nu R T; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

Запишем ур-я Менделеева - Клапейрона для состояний 1 и 2

$$\begin{cases} 8P_0 \cdot 8V_0 = \nu R T_1 \\ 5P_0 \cdot 14V_0 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 64P_0V_0 = \nu R T_1 \\ 70P_0V_0 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6P_0V_0 = \nu R (T_2 - T_1) \\ \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 9P_0V_0 \end{cases}$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{г}}} = \frac{9P_0V_0}{9P_0V_0} = 1 \quad 1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{г}}} = 1$$

Запишем ур-я процессов 1-2; 2-3; 3-4

$$P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \rightarrow \text{Подставим в ур-е Менделеева - Клапейрона}$$

$$P V_{12} = \text{const}$$

$$P_{34} = 16P_0 - P_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$



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 5

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!

$$P_{12} V_{12} = \nu R T_{12} \Rightarrow (12 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}) V = \nu R T$$

$$P_{12} = 12 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \Rightarrow 12 P_0 V - \frac{1}{2} P_0 \cdot V^2 = \nu R T$$

Слева - квадратичная функция со старшим коэф $< 0 \Rightarrow$ её имеет максимум будет в вершине параболы.

$$V_{\text{верш}} = \frac{-12 P_0}{2(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0})} = \frac{12 P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12 V_0; V_{\text{верш}} = 12 V_0$$

$$(12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 12 V_0) \cdot 12 V_0 = \nu R T_{\text{max}12}$$

$$144 P_0 V_0 - \frac{12 \cdot 144 P_0 V_0}{2} = \nu R T_{\text{max}12}$$

$$72 P_0 V_0 = \nu R T_{\text{max}12}$$

Ур-е Клапейрона для состояния 3:

$$2 P_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_3$$

$$28 P_0 V_0 = \nu R T_3$$

$$\begin{aligned} \begin{cases} 72 P_0 V_0 = \nu R T_{12 \text{ max}} \\ 28 P_0 V_0 = \nu R T_3 \end{cases} &\Rightarrow \frac{72 P_0 V_0}{28 P_0 V_0} = \frac{\nu R T_{12 \text{ max}}}{\nu R T_3} \Rightarrow \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7} \\ 2) \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3} &= \frac{18}{7} \end{aligned}$$

Запишем 1 начало термодинамики:

$$dQ = dU + dA$$

Для процесса 1:2

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + P dV$$

$$P = 12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \nu R T$$

$$(12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V) V = \nu R T$$

$$12 P_0 V - \frac{P_0 V^2}{2 V_0} = \nu R T \quad \text{Продифференцируем обе части}$$

$$12 P_0 dV - \frac{P_0 V}{V_0} dV = \nu R dT; \text{ Подставим в первое начало и } P = 12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V \text{ тоже подставим}$$



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
3 из 5

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!

$$dQ = \frac{3}{2}(12P_0 dV - \frac{P_0 V}{V_0} dV) + (12P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V) dV$$

$$dQ = 18P_0 dV - \frac{3P_0 V}{2V_0} dV + 12P_0 dV - \frac{P_0 V}{2V_0} dV$$

$$dQ = (30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0}) dV$$

$dV > 0$; Утого, мы видим, что тогда $30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0} \geq 0$:
 $dQ \geq 0$ в процессе 1-2

$$30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0} \geq 0$$

$$15 \geq \frac{V}{V_0}$$

$V \leq 15V_0 \Rightarrow$ На протяжении всего процесса 1-2 Газ получает тепло

Газовая сго Q_{12} V_2

$$Q_{12} = \int_1^2 dQ = \int_{V_1}^{V_2} (30P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0}) dV = \int_{8V_0}^{14V_0} (30P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0}) dV =$$

$$= (30P_0 V - \frac{2P_0 V^2}{2V_0}) \Big|_{8V_0}^{14V_0} = (30P_0 V - \frac{P_0 V^2}{V_0}) \Big|_{8V_0}^{14V_0} =$$

$$= 30P_0(14V_0 - 8V_0) - \frac{P_0}{V_0}((14V_0)^2 - (8V_0)^2) = 30P_0(6V_0) - \frac{P_0}{V_0}(196V_0^2 - 64V_0^2) =$$

$$= 180P_0 V_0 - P_0 V_0(196 - 64) = 180P_0 V_0 - 132P_0 V_0 = 48P_0 V_0$$

P-риск процесс 2-3:

$V = \text{const}$

$$dQ = P dV + dU = dU$$

$$Q_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2)$$

$$\begin{cases} P_2 V_2 = 2RT_2 \\ P_3 V_3 = 2RT_3 \end{cases} \quad \begin{cases} 5P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_2 \\ 2P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_3 \end{cases} \quad \begin{cases} (28-70)P_0 V_0 = 2R(T_3 - T_2) \end{cases}$$

$$28-70 < 0 \Rightarrow 2R(T_3 - T_2) < 0 \Rightarrow U_3 - U_2 < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$Q_{23} < 0$$



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
4 из 5

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!

Рассмотрим процесс 3-1:

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V$$

$$PV = 2RT$$

$$(16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V)V = 2RT$$

$$16P_0V - \frac{P_0}{V_0}V^2 = 2RT \quad \text{Продифференцируем обе части}$$

$$16P_0 dV - 2\frac{P_0}{V_0}V dV = 2R dT \quad \text{Подставим в первое } \leftarrow \text{начало}$$

$$dQ = \frac{3}{2}(16P_0 dV - 2\frac{P_0}{V_0}V dV) + (16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V)dV$$

$$dQ = 24P_0 dV - 3\frac{P_0}{V_0}V dV + 16P_0 dV - \frac{P_0}{V_0}V dV$$

$$dQ = (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V)dV; \quad \text{Тут } dV < 0; \text{ нужно изменить порядок интегрирования}$$

$$\int_3^1 dQ = \int_3^1 (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V)dV$$

$$Q_{31} = \int_3^1 (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V)dV$$

$-Q_{31}$

Нам нужно только положительная dQ ;
 $dV < 0$ при обходе от 3 к 1.

$$(40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V) \leq 0$$

$$40P_0 \leq 4\frac{P_0}{V_0}V$$

$$10V_0 \leq V \quad \text{Обозначим эту критическую точку } V_x = 10V_0$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 5

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!

Нам нужно только подведенное кол-во теплоты,
т.е, где $dQ > 0$ т.е. $V \geq 10V_0$

$$Q_{подв31} = \int_3^x dQ = \int_{V_3}^{V_0} (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V) dV = \int_{14V_0}^{10V_0} (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V) dV$$

$$= \left(40P_0V - 2\frac{P_0V^2}{V_0} \right) \Big|_{14V_0}^{10V_0} = 40P_0(10V_0 - 14V_0) - \frac{2P_0}{V_0} \left((10V_0)^2 - (14V_0)^2 \right)$$

$$= 40P_0(-4V_0) + \frac{2P_0}{V_0} (196V_0^2 - 100V_0^2) = -160P_0V_0 + 2P_0V_0 \cdot 96 =$$

$$= 192P_0V_0 - 160P_0V_0 = +32P_0V_0$$

Итого: Мы получили, что подведенное Q равно:

$$Q_{подв} = Q_{подв12} + Q_{подв23} + Q_{подв31} = 48P_0V_0 + 0 + 32P_0V_0$$

$$A_{г} = 48P_0V_0 + 32P_0V_0 = 80P_0V_0$$

$$A_{г} = 9P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_{г}}{Q_{подв}} = \frac{9P_0V_0}{80P_0V_0} = \frac{9}{80}$$

$$\eta = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) $\frac{|U_{12}|}{A_{г}} = f$

2) $\frac{T_{2max}}{T_3} = \frac{18}{7}$

3) $\eta = \frac{9}{80}$



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 3

Дано:

$r; R; Q; \epsilon$

$$x = \frac{5R}{6}$$

1) $\varphi(x)$ - ?

$$x = \frac{5R}{6}$$

2) ϵ - ?

Решение:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} U$$

$$\frac{F}{q} = E; \frac{U}{q} = \varphi$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} \varphi$$

Распишем это по оси x - радиальную ось

$$E_x dx = -d\varphi$$

$$E_x \cdot dx = -d\varphi$$

$$\int_R^{+\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = -\int_{\varphi_1}^{\varphi_{\infty}} d\varphi$$

$$\frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_R^{+\infty} = -(\varphi_{\infty} - \varphi_1)$$

$$-kQ \left(\frac{1}{+\infty} - \frac{1}{R} \right) = \varphi_1 - \varphi_{\infty}$$

когда $x > R$

$$\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\infty} = \varphi_1 - \varphi_{\infty} \text{ или } \frac{kQ}{x} = \varphi \text{ или } \frac{kQ}{R} = \varphi_1$$

$$\int_R^x E_x dx = \int_{\varphi_1}^{\varphi} -d\varphi$$

$$\int_R^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -\int_{\varphi_1}^{\varphi} d\varphi$$

$$-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = -(\varphi_1 - \varphi)$$

$$-\frac{\varphi_1}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon x} = -\varphi_1 + \varphi$$

$$\varphi = \varphi_1 \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

когда $x \leq R$ $r < x < R$

$$x = \frac{5R}{6}$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6}{5} \cdot \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R}$$



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.

☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$1) \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{5\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{\epsilon R} + \frac{KQ}{\epsilon \cdot \frac{R}{3}} = \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{\epsilon R} + 3 \frac{KQ}{\epsilon R} = \frac{KQ}{R} + \frac{2KQ}{\epsilon R} = 5\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{\epsilon R} + \frac{KQ}{\epsilon \cdot \frac{2R}{3}} = \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{\epsilon R} + 2 \frac{KQ}{\epsilon R} = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{2\epsilon R} = 4\varphi_0$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\frac{KQ}{R} + \frac{2KQ}{\epsilon R}}{\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{2\epsilon R}} = \frac{5\varphi_0}{4\varphi_0} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{4KQ}{R} + \frac{8KQ}{\epsilon R} = \frac{5KQ}{R} + \frac{5KQ}{2\epsilon R} \quad | \cdot \left(\frac{KQ}{R}\right)^{-1}$$

$$4 + \frac{8}{\epsilon} = 5 + \frac{5}{2\epsilon} \quad | \cdot 2\epsilon$$

$$8\epsilon + 16 = 10\epsilon + 5$$

$$11 = 2\epsilon$$

$$\epsilon = \frac{11}{2} = 5,5$$

Ответ: 1) $\varphi_x = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{5\epsilon R}$

2) $\epsilon = \frac{11}{2} = 5,5$



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
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!

N 4

Дано

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$R_1 = R$$

$$R_2 = 4R$$

$$S$$

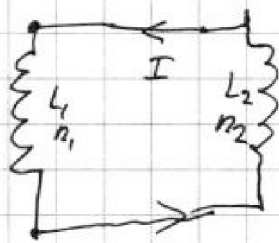
$$A \rightarrow 0$$

$$1) \dot{B} = \alpha$$

$$\dot{I} = ?$$

$$2) \dot{I} = ?$$

Решение:

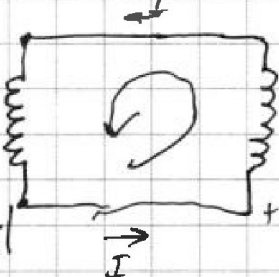


Определим по
правилу Ленца
направление тока

$$E_{si} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{nS dB}{dt}$$

$$E_{si} = - L \dot{I}$$

$$+|E_{si1}| + 0$$



$$-|E_{si2}|$$

$$-|E_{si1}| + |E_{si2}|$$

Замкнем 2-е кольцо

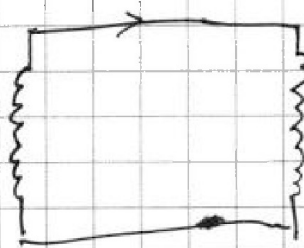
$$-|E_{si1}| + |E_{si2}| = 0$$

$$E_{si} = E_{si1} + E_{si2}$$

$$\frac{n_1 S \cdot dB}{dt} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

$$n_1 S \alpha = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{L + 16L} = \frac{n_1 S \alpha}{17L}$$

$$1) \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{17L}$$



$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{17L}$$



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!

Дано:

$$F = \frac{h}{3}$$

$$L = \frac{2h}{3}$$

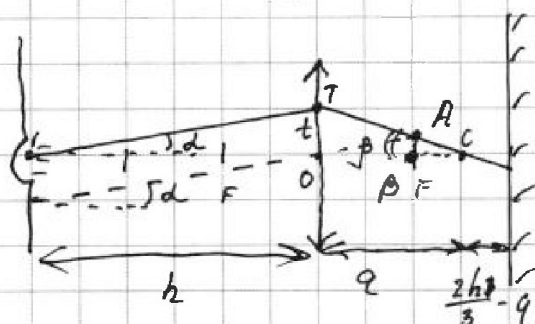
$$r = 5 \text{ см}$$

$$1) S_{\text{кр}} - ?$$

$$2) S_{\text{м.с.}} - ?$$

Решение:

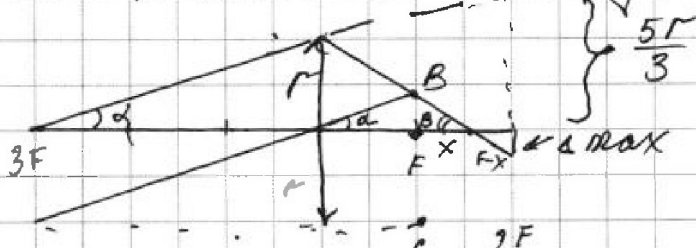
$$3F = h \quad L = \frac{2 \cdot 3F}{3} = 2F$$



$$t = h \cdot \tan \alpha$$

$$t = q \cdot \tan \beta$$

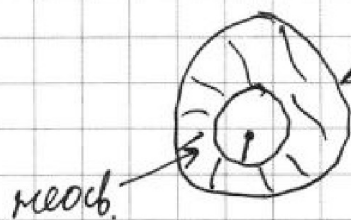
Расстояние AB равно: $AB = \frac{1}{3} F \cdot \tan \alpha$



$$BF = r \cdot \frac{4F}{3F} = \frac{4}{3} r$$

$$\tan \beta = \frac{r}{F+x}; \tan \beta = \frac{\Delta_{\text{max}}}{F-x}$$

$$\frac{r}{F+x} = \frac{\Delta_{\text{max}}}{F-x}$$



внутренний радиус, внешнего кольца:

$$\Delta_{\text{max}} \cdot \text{внешний: } \frac{5r}{3}$$

$$S_1 = \pi \left(\frac{5r}{3} \right)^2 - \pi (\Delta_{\text{max}})^2$$

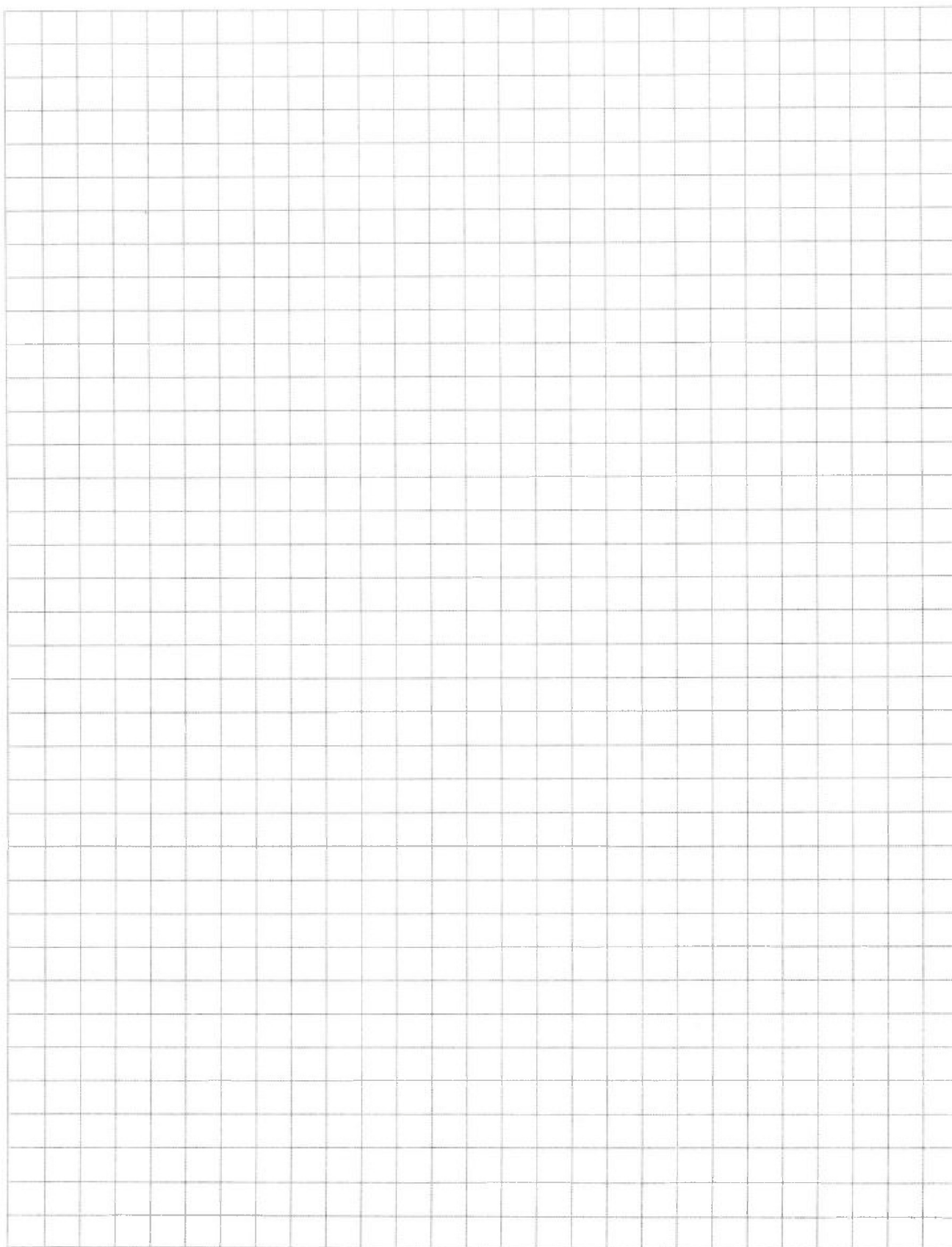


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$\vec{E}_x dx = -d\varphi$
 $\vec{E} \cdot d\vec{x} = -d\varphi$
 $E_x dx = -d\varphi$
 $\int_{\infty}^x E_x dx = -\int_{\infty}^x d\varphi$
 $\int_{\infty}^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -\int_{\infty}^x d\varphi$
 $-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} \right) \Big|_{\infty}^x = -(\varphi_0 - \varphi_1)$
 $-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{R} \right) = \varphi_1 - \varphi_0$
 $\frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\infty} = \varphi_1 - \varphi_0$
 $\frac{kQ}{\epsilon R} = \varphi_1 - \varphi_0$
 $\varphi_1 = \frac{kQ}{\epsilon R}$
 $\frac{kQ}{\epsilon x} = \varphi_x$

$\vec{E}_x dx = -d\varphi$
 $\int_{\infty}^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -\int_{\infty}^x d\varphi$
 $-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} \right) \Big|_{\infty}^R = -\int_{\infty}^{\varphi_1} d\varphi$
 $-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right) = -(\varphi_1 - \varphi)$
 $-\varphi_1 + \frac{kQ}{\epsilon R} = -\varphi_1 + \varphi$
 $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon R}$

$\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon x_0}$
 $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{5kQ}{\epsilon x_0}$
 $\frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{R}{3}} = \frac{5kQ}{\epsilon x_0}$
 $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \varphi_0$

$\frac{3}{R} = \frac{5}{x_0}$
 $x_0 = \frac{5}{3}R$
 $\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{3}R} = \frac{3kQ}{5\epsilon R}$
 $\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\frac{kQ}{\epsilon x}}{\frac{3kQ}{5\epsilon R}}$



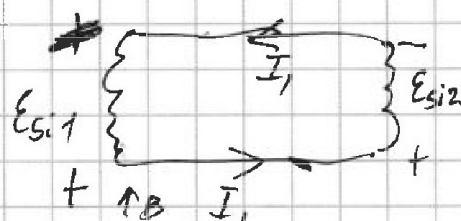
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

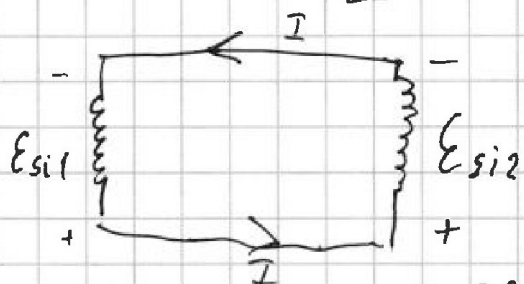
$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 16L \\ n_1 &= n \\ n_2 &= 4n \\ S & \perp A \ll 1 \\ \frac{dI_1}{dt} \rightarrow \frac{dB_1}{dt} = \mathcal{L} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{si} &= - \frac{dB}{dt} \\ \mathcal{E}_{si} &= L \dot{I} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\mathcal{E}_{si1}| &= \mathcal{L} = \frac{dB}{dt} \\ |\mathcal{E}_{si2}| &= L \dot{I} \end{aligned}$$

$$\mathcal{L} = L \dot{I} \quad \dot{I} = \frac{\mathcal{L}}{L}?$$



$$B_0 \rightarrow \frac{1}{3} B_0$$

$$3B_0 \rightarrow \frac{1}{3} B_0$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\begin{aligned} F &= - \frac{dU}{dx} \\ E &= - \frac{d\phi}{dx} \\ \vec{E} \cdot d\vec{x} &= - d\phi \end{aligned}$$

плоск $Q > 0$

$$\int_0^R \vec{E} \cdot d\vec{x} = - \int_{\phi_0}^{\phi_1} d\phi$$

$$\begin{aligned} kQ \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{x=R}^{x=+\infty} &= \phi_1 - \phi_0 \\ kQ \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{+\infty} \right) &= \phi_1 - \phi_0 \end{aligned}$$



$$\vec{E} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\begin{aligned} (\vec{E} \cdot d\vec{x}) &= - d\phi \\ \int_{x=R}^{x=+\infty} \vec{E} \cdot d\vec{x} &= \int_{\phi_0}^{\phi_1} d\phi \\ \int_{x=R}^{x=+\infty} \frac{kQ}{x^2} &= \int_{\phi_0}^{\phi_1} d\phi \end{aligned}$$



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!

Дано:

$$m; a_1 = \frac{6}{13}g$$

$$2m; a_2 = \frac{1}{4}g$$

$$\alpha_1: \sin \alpha_1 = \frac{4}{5}; \cos \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\alpha_2: \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) F_1 - брусков-камень

2) F_2 - цилиндр-камень

3) F_3 - шар-камень

N2.

Дано:

$$V_0 - P_0 - \text{конст}$$

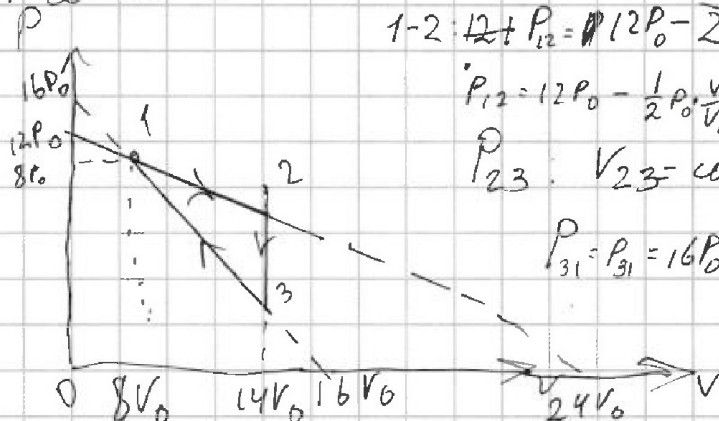
$$L = 3$$

1) $\frac{A_4}{A_3}$

2) $\frac{T_{2 \max}}{T_3}$

3) η - ?

Решение:



$$1-2: 12 + P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$

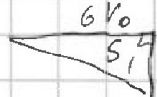
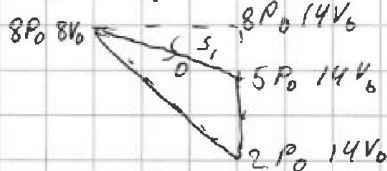
$$P_{23}: V_{23} = \text{const} = 14V_0$$

$$P_{31} = P_{31} = 16P_0 - P_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{72}{28} = \frac{18 \cdot 4}{4 \cdot 7} = \frac{18}{7}$$

$$- \frac{72}{32} \frac{14}{18}$$

$$A_y = S_4$$



$$S_1 = \frac{6 \cdot 3 \cdot 14V_0}{2} = 9P_0V_0$$

$$S_0 = \frac{6 \cdot 6P_0V_0}{2} = \frac{36P_0V_0}{2} = 18P_0V_0$$

$$1: 8P_0 \cdot 8V_0 = 2RT_1$$

$$2: 5P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_2$$

$$A_y = S_0 - S_1 = 18P_0V_0 - 9P_0V_0 = 9P_0V_0$$

$$64P_0 \cdot 70P_0V_0 - 64P_0V_0 = 2R(T_2 - T_1)$$

$$6P_0V_0 = 2R(T_2 - T_1) \quad \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 3P_0V_0$$



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!

$$dQ = \frac{3}{2} \mathcal{D} R dT + P dV \quad 1-2: P_{12} = 12 P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$PV = \mathcal{D} RT \quad P = 12 P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} V$$

$$(12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V) V = \mathcal{D} RT$$

$$12 P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 = \mathcal{D} RT$$

$$12 P_0 dV - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 2 V dV = \mathcal{D} R dT$$

$$12 P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V dV = \mathcal{D} R dT$$

$$dQ = \frac{3}{2} (12 P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V dV) + (12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V) \cdot dV$$

$$dQ = 18 P_0 dV - \frac{3 P_0 V}{2 V_0} dV + 12 P_0 dV - \frac{1}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV$$

$$dQ = 30 P_0 dV - 2 \frac{P_0 V}{V_0} dV$$

$$dQ = (30 P_0 - 2 \frac{P_0 V}{V_0}) dV$$

$$V = kT$$

$$u = kx$$

$$du = k dx \Rightarrow dV = k dT$$

$$\frac{1}{3F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F} ?$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 196 \\ - 64 \\ \hline 132 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ - 132 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$14 \cdot 2 = 28 - 70$$

n 3

Дано:

r; R; QE

$$x = \frac{5R}{6}$$

$$h = 3F$$

$$L = \frac{2 \cdot 3F}{3} = 2F$$

