

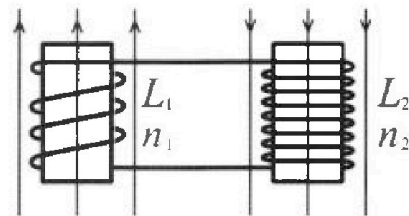
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

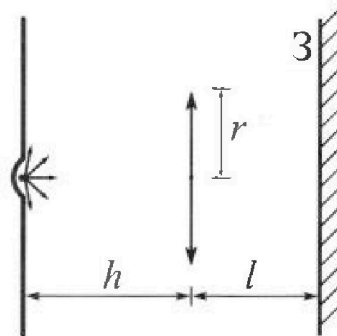


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $З$. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



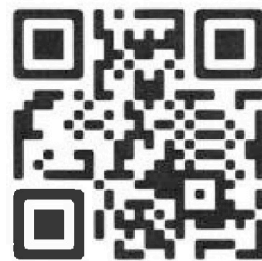
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



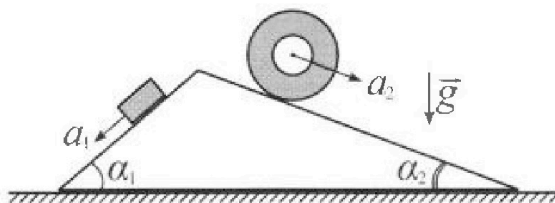
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

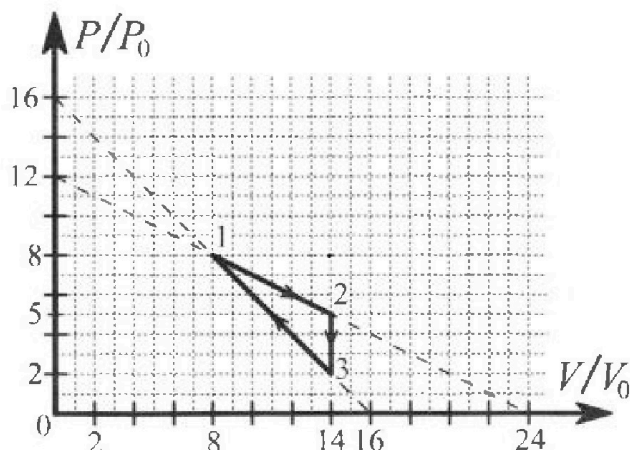


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

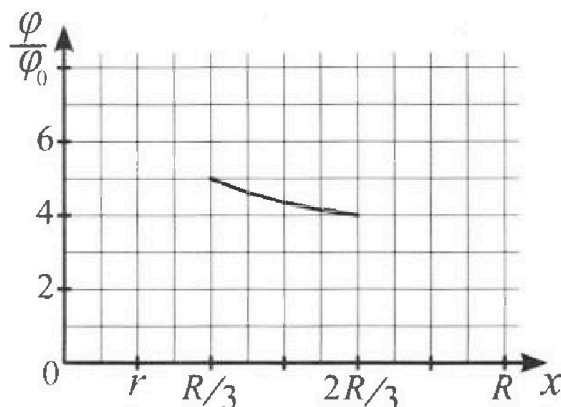
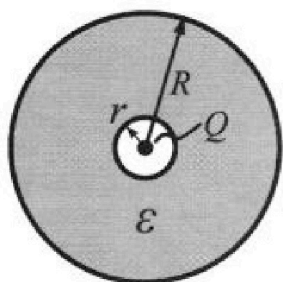
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 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:

$$l=3$$

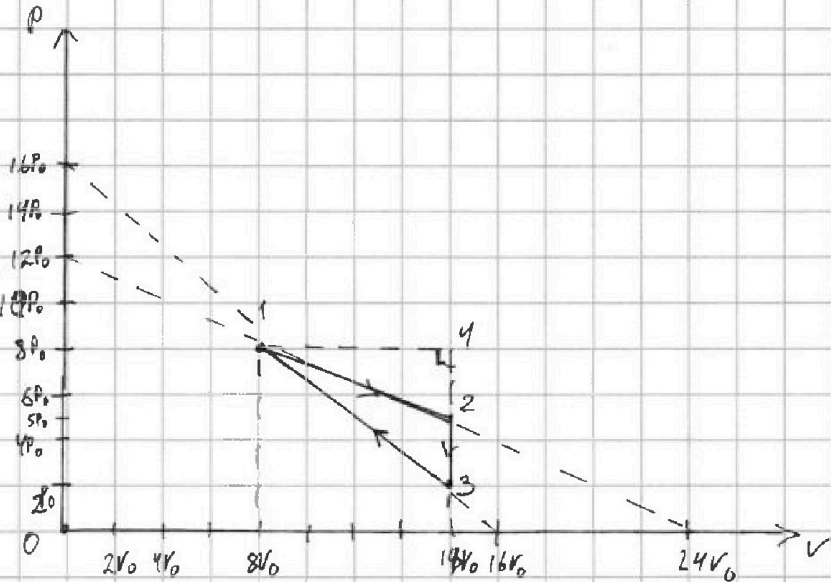
1) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = ?$

2) $\frac{T_{12 \max}}{T_3} = ?$

3) $\eta = ?$

Решение:

Перечертим график в PV координатах.



Тк работа газа, это $A_{12} = \int P dV$; где \oint - цикл, то работу газа за цикл S можно выразить через площадь на графике PV, ограниченную циклом

$$A_{12} = S = S_{143} - S_{142} = \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_3) - \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_2) =$$

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

$$= \frac{1}{2}6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0V_0 \quad S = A_{12} = 9P_0V_0$$

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

Запишем μ -я уравнение Менделеева-Клапейрона для состояний 1 и 2

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

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

Запишем μ -я процессов 1-2; 2-3; 3-1

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

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

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



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!

$$\begin{cases} P_{12} V_{12} = \partial R T_{12} \\ P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \end{cases} \Rightarrow (12P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}) V = \partial R T$$

Слева - квадратичная функция со старшим коэф < 0 => её имеет максимум будет в вершине параболы.

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

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

$$\begin{aligned} 144P_0 V_0 - \frac{12 \cdot 144P_0 V_0}{2} &= \partial R T_{\text{max}12} \\ 72P_0 V_0 &= \partial R T_{\text{max}12} \end{aligned}$$

Ур-е Максвелла для состояния 3:

$$\begin{aligned} 2P_0 \cdot 14V_0 &= \partial R T_3 \\ 28P_0 V_0 &= \partial R T_3 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 72P_0 V_0 = \partial R T_{12 \text{ max}} \\ 28P_0 V_0 = \partial R T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{72P_0 V_0}{28P_0 V_0} = \frac{\partial R T_{12 \text{ max}}}{\partial R T_3} \Rightarrow \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3} = \frac{72 \cdot 18 \cdot 4}{28 \cdot 7 \cdot 4}$$

$$2) \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3} = \frac{18}{7} = \frac{18}{7}$$

Запишем 1 начало термодинамики:

$$dQ = dU + dA$$

Для процесса 1:2

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

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

$$PV = \partial R T$$

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

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

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



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

Назовем его Q_{12}

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

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

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

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

P-риск процесс 2-3:
V-const

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

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

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

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

$$Q_{23} < 0$$



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 3-7:

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

$$PV = 2RT$$

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

$$16P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 = 2RT \quad \left| \begin{array}{l} \text{Продифференцируем по} \\ \text{части} \end{array} \right.$$

$$16P_0 dV - 2\frac{P_0}{V_0} V dV = 2RdT \quad \left| \begin{array}{l} \text{Подставим в первое} \\ \leftarrow \text{начало} \end{array} \right.$$

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

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

$$dQ = (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0} V) dV; \quad \left. \begin{array}{l} \text{Тут } dV < 0; \text{ нужно} \\ \text{изменить порядок} \\ \text{интегрирования} \end{array} \right\}$$

$$\int_3^1 dQ = \int_1^3 (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0} V) dV$$

$$Q_{31} = \int_1^3 (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0} V) dV$$

$-Q_{31}$

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

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

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

$$10V_0 \leq V \quad \left. \begin{array}{l} \text{Обозначим эту критическую точку} \\ V_x = 10V_0 \end{array} \right\}$$



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!

Мак можно только поврежденное РОР-во термоты,
т.е, где $dQ > 0$ т.е $V \geq 10V_0$

$$Q_{\text{повб31}} = \int_3^x dQ = \int_{V_3}^{V_0} (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V) dV = \int_{14V_0}^{10V_0} (40P_0 - 4\frac{P_0}{V_0}V) dV$$

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

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

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

Итого: Мы получили, что поврежденное Q равно:

$$Q_{\text{повб}} = Q_{\text{повб12}} + Q_{\text{повб23}} + Q_{\text{повб31}} = 48P_0V_0 + 0 + 32P_0V_0$$

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

$$A_{\text{г}} = 9P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{повб}}} = \frac{9P_0V_0}{80P_0V_0} = \frac{9}{80} \quad \eta = \frac{9}{80}$$

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

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

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!

N3

Дано:

$r; R; Q; \epsilon$

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

1) $\varphi(x)$ - ?

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

2) ϵ - ?

Решение:

$$\vec{E} = -\text{grad } U$$

$$\frac{E}{Q} = E; \quad \frac{\varphi}{Q} = \varphi$$

$\vec{E} = -\nabla \varphi$ Разложим это на ось x -
- радиальную ось $\rightarrow dx$

$$\vec{E}_x dx = -d\varphi$$

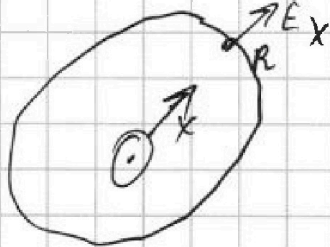
$$E_x \cdot dx = -d\varphi$$

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

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

$$-kQ \left(\frac{1}{+\infty} - \frac{1}{R} \right) = \varphi_1 - \varphi_{\infty} \quad \text{когда } x > R$$

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



$$\int_R^x \vec{E}_x dx = \int_{\varphi_1}^{\varphi} -d\varphi$$

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

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

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

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

↑
когда $x < R$ $r < x < R$

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

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



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.

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!

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

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

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

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

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

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

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

$$11 = 2\epsilon$$

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

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

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



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

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$R_1 = R$$

$$R_2 = 4R$$

$$S$$

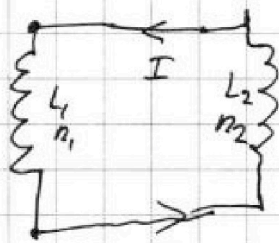
$$A \rightarrow 0$$

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

$$\dot{I} = ?$$

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

Решение:

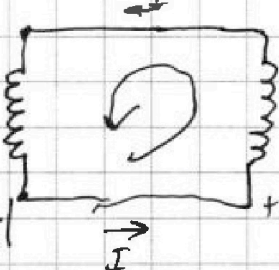


Определим по правилу Ленца направление тока

$$\mathcal{E}_{si} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{nS dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{si} = - L \dot{I}$$

$$+|\mathcal{E}_{si1}| + 0$$



$$-|\mathcal{E}_{si1}|$$

$$-|\mathcal{E}_{si1}| + |\mathcal{E}_{si2}|$$

$$+|\mathcal{E}_{si2}|$$

Занедем 2-е правило Кирхгофа

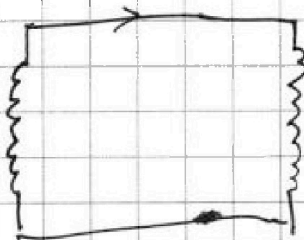
$$-|\mathcal{E}_{si1}| + |\mathcal{E}_{si2}| = 0$$

$$\mathcal{E}_{si} = \mathcal{E}_{si1} + \mathcal{E}_{si2}$$

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

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

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



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



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:

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

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

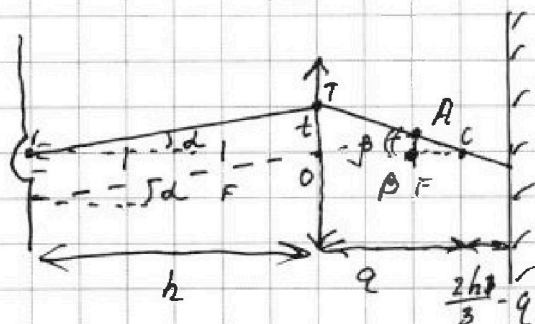
$$r = 5 \text{ см}$$

1) $S_{\text{кр}} = ?$

2) $S_{\text{н.с.}} = ?$

Решение:

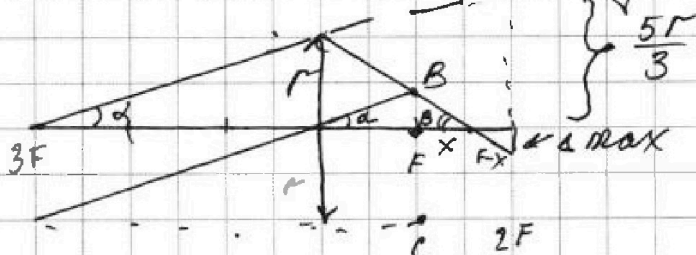
$$3F = h \quad L = \frac{2 \cdot 3F}{3} = 2F$$



$$t = h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$t = q \cdot \operatorname{tg} \beta$$

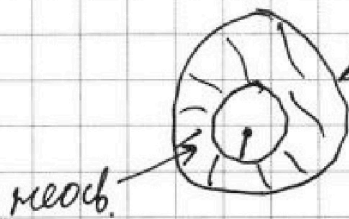
Расстояние AB равно: $AB = \frac{1}{3} F \cdot \operatorname{tg} \alpha$



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

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{F-x}; \operatorname{tg} \beta = \frac{\Delta_{\max}}{F-x}$$

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



Внутренний радиус, самого кольца:

= Δ_{\max}

внешний: $\frac{5r}{3}$

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

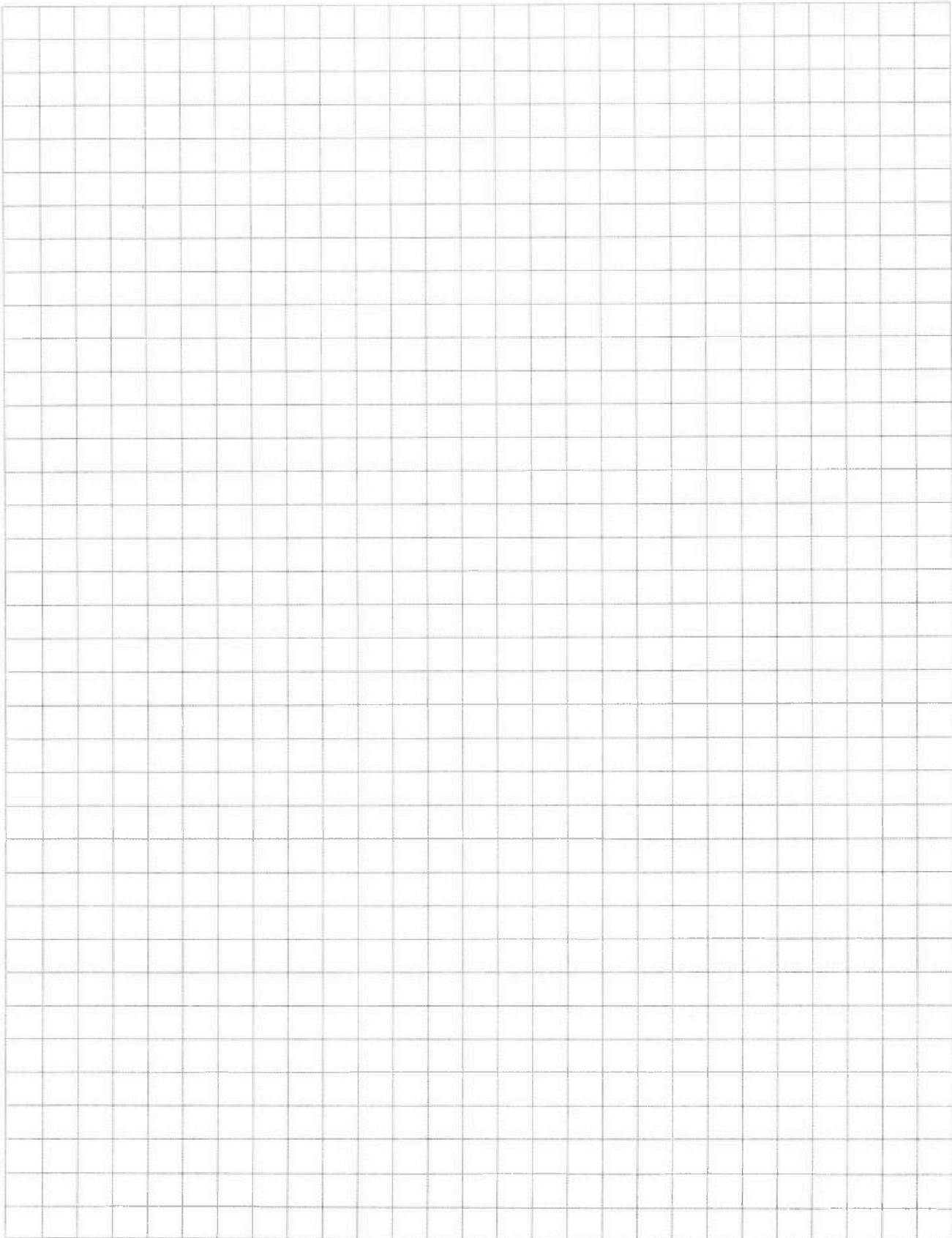


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

$E_x dx = -d\varphi$
 $\Rightarrow E dx = -d\varphi$
 $E_x dx = -d\varphi$

$E_x dx = -d\varphi$
 $\int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx = -\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} d\varphi$
 $-\frac{kQ}{x} \Big|_R^{\infty} = -(\varphi_1 - \varphi_0)$
 $-\frac{kQ}{\infty} - \left(-\frac{kQ}{R}\right) = \varphi_1 - \varphi_0$
 $\frac{kQ}{R} = \varphi_1 - \varphi_0$
 $\frac{kQ}{R} = \varphi_1$

$E_x dx = -d\varphi$
 $\int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx = -\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} d\varphi$
 $-\frac{kQ}{x} \Big|_x^{\infty} = -\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} d\varphi$
 $-\frac{kQ}{\infty} - \left(-\frac{kQ}{x}\right) = -(\varphi_1 - \varphi_0)$
 $-\varphi_1 + \frac{kQ}{x} = -\varphi_1 + \varphi_0$
 $\varphi = \frac{kQ}{x} \quad x = \frac{5R}{6}$

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



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!

$$L_1 = L$$

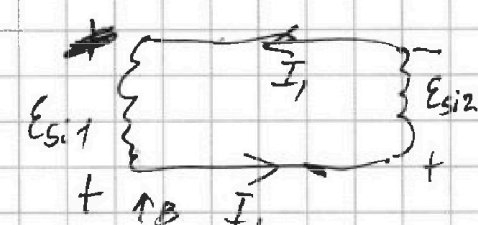
$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$S \downarrow A \ll 1$$

$$\frac{dI_1}{dt} \rightarrow \frac{dB_1}{dt} = \alpha$$



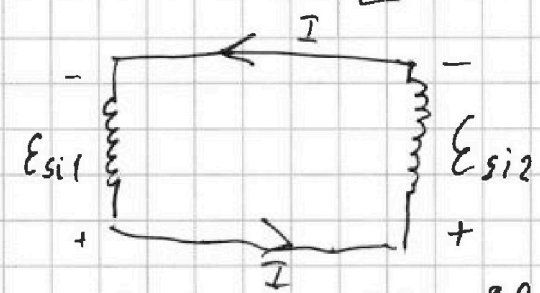
$$\mathcal{E}_{si} = - \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E} = L \dot{I}$$

$$|\mathcal{E}_{si1}| = \alpha = \frac{dB}{dt}$$

$$|\mathcal{E}_{si2}| = L \dot{I}$$

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



$$B_0 \rightarrow \frac{1}{3} B_0 \quad 3B_0 \rightarrow \frac{2}{1} B_0$$

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

$$F = - \frac{dU}{dx}$$

$$E = - \frac{d\phi}{dx}$$

$$\vec{E} \cdot d\vec{x} = - d\phi$$

лучше $Q > 0$

$\uparrow x$

$\uparrow E$

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



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

$$(\vec{E} \cdot d\vec{x}) = - d\phi$$

$$\int_{x=R}^{\infty} E \cdot dx = \int_0^{\phi} d\phi$$

$$\int_{x=R}^{\infty} \frac{kQ}{x^2} = \int_0^{\phi} d\phi$$

$$kQ \left(-\frac{1}{x} \right)_{x=R}^{x=\infty} = \phi_1 - \phi_0$$

$$kQ \left(-\frac{1}{\infty} + \frac{1}{R} \right) = \phi_1 - \phi_0$$

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
__ 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:

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

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

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

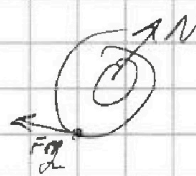
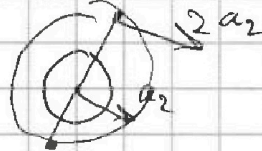
$$\alpha_2; \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) F_1 - брусков-камень

2) F_2 - цилиндр-камень

3) F_3 - шар-камень

Решение:



3-й Ньютона:

$$D_x: g m \sin \alpha_1 = m a_1$$

$$D_y: 0 = g m \cos \alpha_1 + N$$

$$g m \sin \alpha_1 - N_1 = m a_1$$

$$N = g m \cos \alpha_1$$

$$12 - \frac{1}{2} \cdot \frac{14v_0}{2v_0} = 12 - 7 = 5$$

N2.

Дано:

$v_0 = P_0$ - const

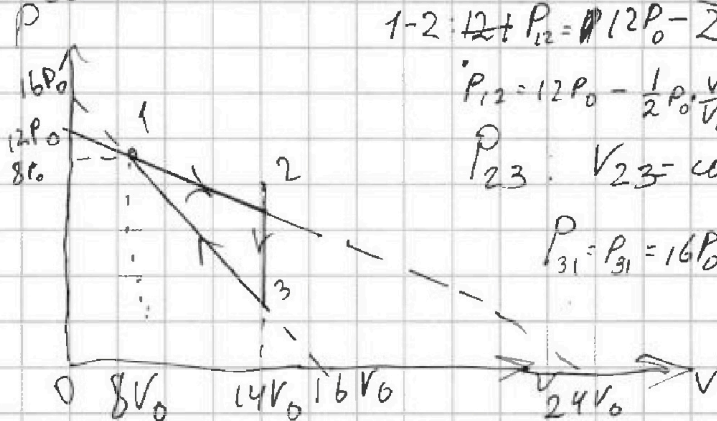
$l = 3$

1) $\frac{A_1}{A_2}$ - ?

2) $\frac{T_2 \max}{T_3}$

3) η - ?

Решение:



$$1-2: 12 + P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{v}{v_0}$$

$$P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{v}{v_0}$$

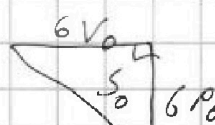
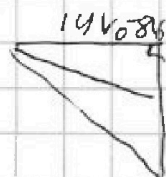
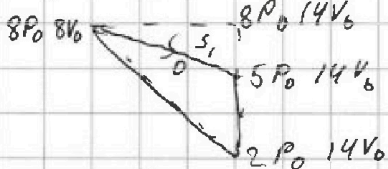
$P_{23}: v_{23} = \text{const} = 14v_0$

$$P_{31} = P_{31} = 16P_0 - P_0 \cdot \frac{v}{v_0}$$

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

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

$$A_y = S_4$$



$$S_0 = \frac{6 \cdot 6P_0 V_0}{2} = \frac{36P_0 V_0}{2} = 18P_0 V_0$$

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

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

$$A_y = S_0 - S_1 = 18P_0 V_0 - 9P_0 V_0 = 9P_0 V_0$$

$$64P_0 \cdot 70P_0 V_0 - 64P_0 V_0 = 2R(T_2 - T_1)$$

$$6P_0 V_0 = 2R(T_2 - T_1) \quad \frac{3}{2} \cdot 6P_0 V_0 = 3P_0 V_0$$

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
_ 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!

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

$$PV = \partial RT$$

$$\left(12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0 V}{V_0}\right) V = \partial RT$$

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

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

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

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

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

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

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

$$dV = k dT$$

$$u = kx$$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 140 \\ \hline 196 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 140 \\ \hline 196 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 140 \\ \hline 196 \end{array}$$

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

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

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

n 3

Dано:

r; R; QE

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

$$h = 3F$$

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

