



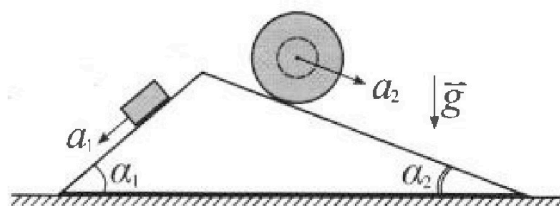
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



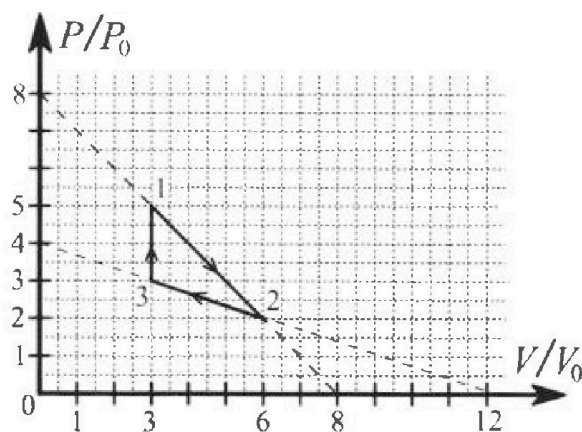
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

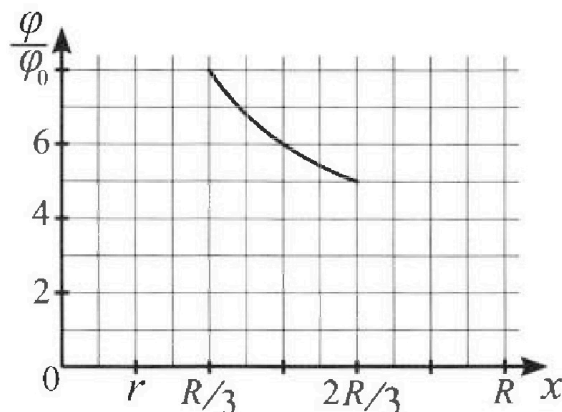
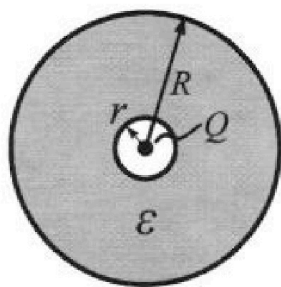


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

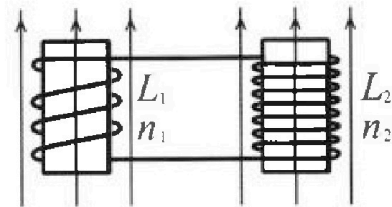


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

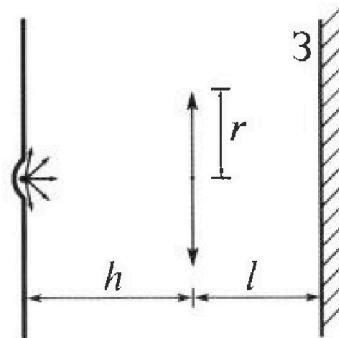
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 скор остью (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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в 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 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!

$\sqrt{1}$
 Dato:
 $a_1 = \frac{4}{17}g$
 $a_2 = \frac{8}{25}g$
 $\sin d_1 = \frac{3}{5}$
 $m_{sp} = m$
 $\cos d_1 = \frac{4}{5}$
 $\sin d_2 = \frac{8}{17}$
 $m_m = 5m$
 $\cos d_2 = \frac{15}{17}$

Решение:

1) $\vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1$ II закон Ньютона:

0x: $mg \sin d_1 - F_1 = ma_1$
 $mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{4}{17}g = F_1$
 $\frac{31mg}{85} - \frac{35mg}{85} = F_1 = \frac{16}{85}mg$

2) Для шара по II закону Ньютона:
 $\vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 5m\vec{g} = 5m\vec{a}_2$
 0x': $5mg \sin d_2 - F_2 = 5ma_2$
 $F_2 = 5mg \cdot \frac{8}{17} - 5m \cdot \frac{8}{25}g = \frac{40mg}{17} - \frac{8mg}{5} =$
 $= \frac{200mg}{85} - \frac{136mg}{85} = \frac{64}{85}mg$

3) На клин действуют $-\vec{N}_1$; $-\vec{N}_2$; $\vec{F}_3$.



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!

3) для бруса на ось Oy :

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

$$\text{для шара на ось } Oy': N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{75}{17} mg$$

$$\text{Для клина: } \vec{F}_3 + (-\vec{N}_1) + (-\vec{N}_2) = \vec{0}$$

$$Ox'': N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$F_{3x} = \frac{75}{17} mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{75 \cdot 8}{289} - \frac{12}{25} \right)$$

$$F_{3x} = mg \frac{75 \cdot 8 \cdot 25 - 12 \cdot 289}{289 \cdot 25} = \frac{1532}{1445} mg$$

$$\text{Ответ: } 1) F_1 = \frac{26}{85} mg; 2) F_2 = \frac{64}{85} mg$$

$$3) F_3 = \frac{1532}{1445} mg$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

4 ИЗ 4

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!

Значит $Q_{12} = 8p_0 V_0$

В процессе 31 газ получает тепло

$$U_{31} = 9p_0 V_0; A_{31} = 0 \Rightarrow Q_{31} = 9p_0 V_0$$

Аналогично процессу 1-2 разберемся с 2-3:

$$\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right) = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4 \Rightarrow p(V) = -\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} V + 4p_0$$

~~$$\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0}$$~~

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0}$$

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{5}{2} p dV + V dp$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = 0 = \frac{5}{2} p + V \frac{dp}{dV}$$

$$0 = -\frac{1}{3} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{p_0 V}{V_0} + \frac{5}{2} \cdot 4p_0 + V \left(-\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} \right)$$

$$\frac{5 \cdot 4}{2} \cdot p_0 = \frac{5 p_0 V}{6 V_0} + \frac{p_0 V}{3 V_0} = \frac{5 p_0 V}{6 V_0} + \frac{2 p_0 V}{6 V_0} = \frac{7 p_0 V}{6 V_0}$$

$$10 p_0 = \frac{7 p_0 V}{6 V_0} \Rightarrow V = \frac{60}{7} V_0 > 8 \Rightarrow \text{весь процесс}$$

2-3 газ отдает тепло.

Тогда $Q_H = Q_{12} + Q_{23} = 9p_0 V_0 + 8p_0 V_0 = 17p_0 V_0$

~~$$\eta = \frac{Q_H}{A_H} = \frac{17p_0 V_0}{3p_0 V_0} = \frac{17}{3}$$~~

$$\eta = \frac{A_H}{Q_H} = \frac{3p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) $\frac{U_{13}}{A_H} = 3$; 2) $\frac{T_3}{T_2} = \frac{4}{3}$; 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
3 из 4

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!

$$3) \quad \delta Q = dU + \delta A$$

$$d(pV) = d(\nu RT) \Rightarrow p dV + V dp = \nu R dT$$

$$dU = \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\delta A = p dV$$

$$\text{Тогда } \delta Q = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{5}{2} p + \frac{3}{2} V \frac{dp}{dV}$$

В точке, где газ находится отраванье равно $\delta Q = 0$

$$\frac{5}{2} p + \frac{3}{2} V \frac{dp}{dV} = 0$$

$$-\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{5}{2} \cdot 8p_0 + \frac{3}{2} V \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} \right) = 0 \quad / \cdot 2$$

$$8 \cdot 5 p_0 = 5 \frac{p_0}{V_0} V + 3 \frac{p_0}{V_0} V = 8 \frac{p_0 V}{V_0} \quad / \cdot \frac{1}{8}$$

$$5 p_0 = \frac{p_0 V}{V_0} \Rightarrow V = \tilde{V} = 5 V_0$$

$$\text{Тогда } \tilde{p} = p(\tilde{V}) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 5 V_0 + 8 p_0 = 3 p_0$$

Значит в процессе 1-2 газ получает тепло до точки $\tilde{p}; \tilde{V}$.

$$\text{Тогда } Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad (\text{до точек } \tilde{p}; \tilde{V}.)$$

$$A_{12} = \frac{5 p_0 + 3 p_0}{2} \cdot (5 V_0 - 3 V_0) = \frac{8 p_0}{2} \cdot 2 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} (3 p_0 \cdot 5 V_0 - 5 p_0 \cdot 3 V_0) = 0$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

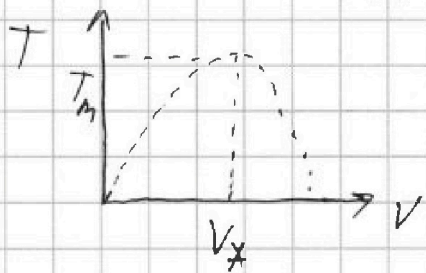
2) В процессе 1-2 ~~так~~ составим функцию зависимости $p_0(V/V_0)$

$$\frac{p}{p_0}\left(\frac{V}{V_0}\right) = -\frac{V}{V_0} + \frac{8}{1} \cdot p_0$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0 \rightarrow pV$$

т.к. $pV = \nu RT$, то $T(p; V) = \frac{pV}{\nu R}$

$$T(V) = \frac{-\frac{p_0}{V_0}V^2 + 8Vp_0}{\nu R} = -\frac{p_0 V^2}{\nu R V_0} + \frac{8p_0 V}{\nu R} - \text{парабола}$$



T_m - в вершине параболы

$$V_* = -\frac{8p_0 \cdot \nu R V_0}{\nu R \cdot 2 p_0} = \frac{8V_0}{2} = 4V_0$$

Тогда $T_m = T(V_*) = \frac{-\frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0^2 + 8p_0 \cdot 4V_0}{\nu R} = \frac{16p_0 V_0}{\nu R}$

Из пункта 1: $T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\nu R}$

Тогда $\frac{T_m}{T_2} = \frac{\frac{16p_0 V_0}{\nu R}}{\frac{12p_0 V_0}{\nu R}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$

3) Разберемся где газ получает тепло
в процессе 1-2: $p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0 \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{V_0}$

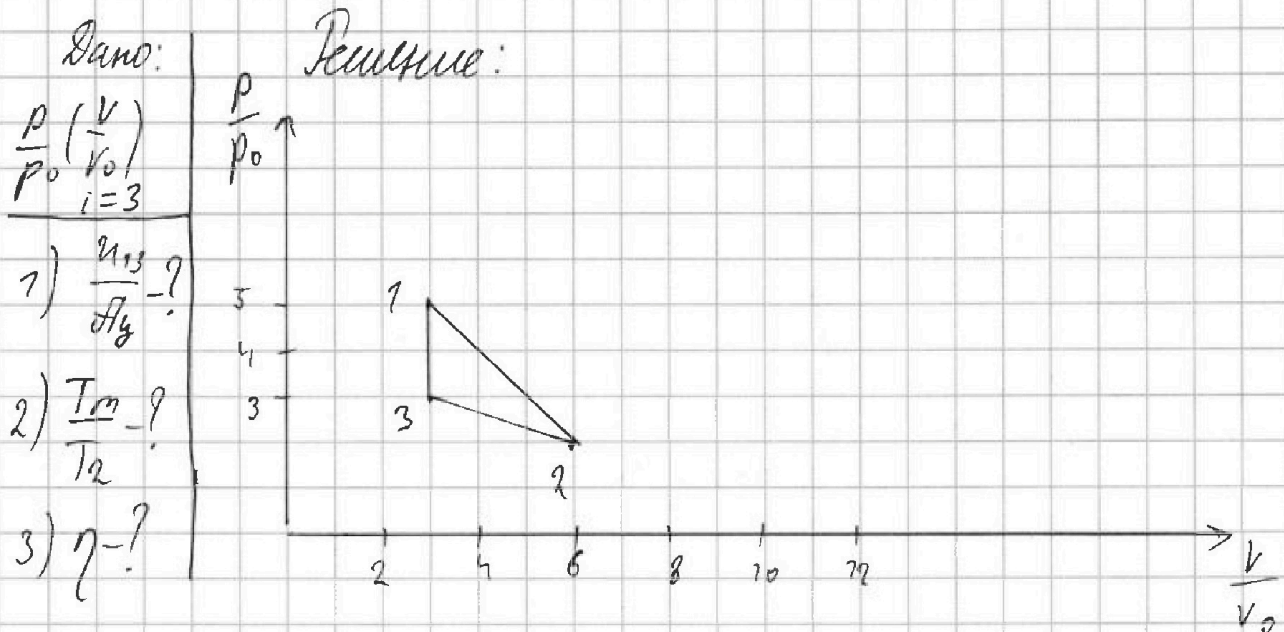
Запишем 1 закон начала термодинамики для этого процесса.



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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) Запишем уравнения Менделеева-Клапейрона для всех точек, а также выразим для каждой p и V .

точка 1: $p_1 = 5p_0; V_1 = 3V_0; 15p_0V_0 = \nu RT_1$

точка 2: $p_2 = 2p_0; V_2 = 6V_0; 12p_0V_0 = \nu RT_2$

точка 3: $p_3 = 3p_0; V_3 = 3V_0; 9p_0V_0 = \nu RT_3$

$$U_{13} = \frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} (p_1V_1 - p_3V_3) = \frac{3}{2} (15p_0V_0 - 9p_0V_0)$$

$$U_{13} = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0$$

Работу найдем как площадь внутри треугольника.

$$A_4 = \frac{1}{2} (p_1 - p_3)(V_2 - V_3) = \frac{1}{2} (5p_0 - 3p_0)(6V_0 - 3V_0) = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 3V_0 = 3p_0V_0$$

Тогда $\frac{U_{13}}{A_4} = \frac{9p_0V_0}{3p_0V_0} = 3$



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!

Дано:

$Q, R;$

$r; \varphi_0$

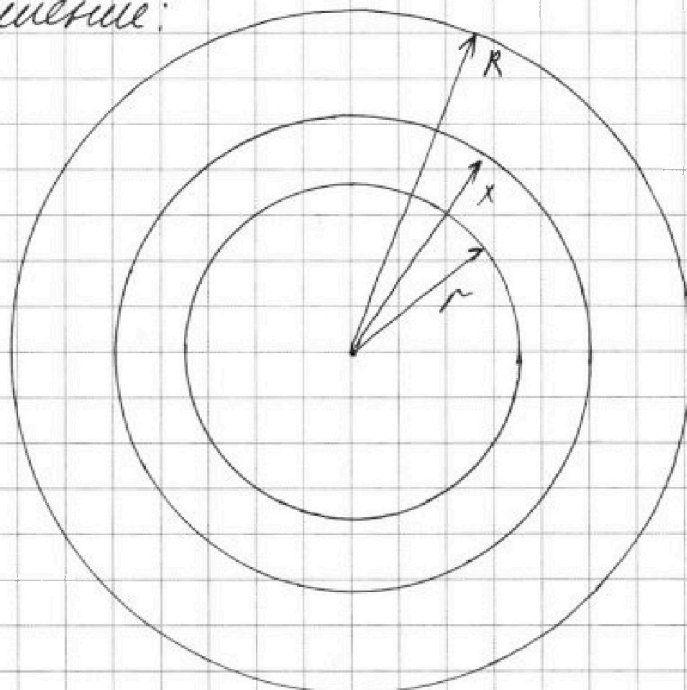
$$x = \frac{3}{4} R$$

$\frac{\varphi}{\varphi_0}(x)$

1) $\varphi_x - ?$

2) $\mathcal{E} - ?$

Решение:



В диэлектрике индуцируется заряд $-Q$

Разобьем полую сферу (шар) на замкнутый шар
маленький шар радиуса r

Для замкнутого шара $\rho = \frac{-Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ - объемная плотность заряда

Напряженность на расстоянии x будет вычисляться

$$E(x) = \frac{k \rho \cdot \frac{4}{3}\pi x^3}{\epsilon x^2} - \frac{k \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3}{\epsilon r^2} + \frac{kQ}{x^2}, \text{ если}$$

$r < x < R$. $\rho \cdot \frac{4}{3}\pi x^3$ - заряд на шаре радиуса x

$\rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$ - заряд на шаре радиуса r

Здесь учитывается поле от Q , внешняя оболочка,
все это за пределами x напряженности не создает!



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!

$$E(x) = \frac{kq}{\epsilon} \cdot \frac{4}{3} \pi (x-r) + \frac{kq}{x^2}$$

$$E(x) = -\frac{4}{3} \pi \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{\frac{4}{3} \pi R^3} (x-r) + \frac{kq}{x^2}$$

$$E(x) = -\frac{kQ}{\epsilon R^3} (x-r) + \frac{kQ}{x^2}$$

Потому $d\varphi = -E(x)dx$

Откуда $\varphi_x = \int \left(\frac{kQ}{\epsilon R^3} x - \frac{kQ}{\epsilon R^3} r - \frac{kQ}{x^2} \right) dx =$

$$= \int \frac{kQ}{\epsilon R^3} x dx - \int \frac{kQ}{\epsilon R^3} r dx - \int \frac{kQ}{x^2} dx =$$

$$= \frac{kQ x^2}{2\epsilon R^3} \Big|_{\frac{3}{4}R}^{\frac{3}{2}R} - \frac{kQ r x}{\epsilon R^3} \Big|_{\frac{3}{4}R}^{\frac{3}{2}R} + \frac{kQ}{x} \Big|_{\frac{3}{4}R}^{\frac{3}{2}R} =$$

$$= \frac{kQ}{2\epsilon R^3} \cdot \frac{9}{16} R^2 - \frac{kQ r^2}{2\epsilon R^3} - \frac{kQ r \cdot \frac{3}{4} R}{\epsilon R^3} + \frac{kQ r^2}{\epsilon R^3} + \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi_x = \frac{9kQ}{32\epsilon R} - \frac{kQ r^2}{2\epsilon R^3} - \frac{3kQ r}{4\epsilon R^2} + \frac{kQ r^2}{\epsilon R^3} + \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r}$$

Потому $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ — постоянная Взаимодействия Кулона.

2) $\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0$; $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0$ $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0$
из графика

Ответ: 1) $\varphi_x = \frac{9kQ}{32\epsilon R} - \frac{kQ r^2}{2\epsilon R^3} - \frac{3kQ r}{4\epsilon R^2} + \frac{kQ r^2}{\epsilon R^3} + \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r}$

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!

$$\mathcal{E}_{Si1} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{Si2} = -g_L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\text{Потому } \mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2} + \mathcal{E}_{Si1} + \mathcal{E}_{Si2} = 0$$

микро, т.к. эти ЭДС "попадают" на те же токи в разных направлениях

$$-nS \frac{\Delta B_1}{\Delta t} + 3nS \frac{\Delta B_2}{\Delta t} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} - g_L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \quad / \cdot \Delta t$$

$$-nS \Delta B_1 + 3nS \Delta B_2 - 10L \Delta I = 0$$

$$-nS \Sigma \Delta B_1 + 3nS \Sigma \Delta B_2 = 10L \Sigma \Delta I$$

$$-nS \left(\frac{2B_0}{3} - B_0 \right) + 3nS \left(\frac{B_0}{12} - \frac{4B_0}{12} \right) = 10L I_k$$

$$nS \frac{B_0}{3} - 3nS \cdot \frac{2}{3} B_0 = 10L I_k$$

$$-\frac{5}{3} nS B_0 = 10L I_k \Rightarrow |I_k| = \frac{nS B_0}{6L}$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad \dot{I} = \frac{nS \alpha}{10L} ; \quad 2) \quad I_k = \frac{nS B_0}{6L}$$



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!

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 9L$$

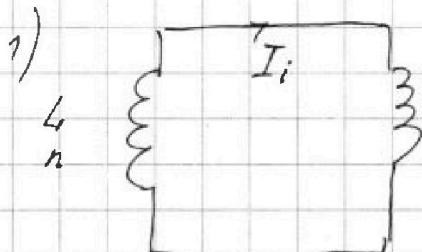
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$S$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$$

Решение:



Изменение магнитного поля в катушке L_1 приводит к возникновению в ней $\mathcal{E}_i$.

1) $\dot{I}$?

2) I_k ?

В катушках возникает ток, в результате чего в них возникает

$\mathcal{E}_{Si1}$ и $\mathcal{E}_{Si2}$ — ЭДС самоиндукции в 1 и 2 катушках

$$\mathcal{E}_i = -n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -n \frac{\Delta (BS)}{\Delta t} = -nS \frac{\Delta B}{\Delta t} = -nS\alpha$$

Для контура из катушек можно записать, что

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{Si1} + \mathcal{E}_{Si2} = 0$$

$$\mathcal{E}_{Si1} = -L\dot{I}; \quad \mathcal{E}_{Si2} = -9L\dot{I}$$

$$-nS\alpha - L\dot{I} - 9L\dot{I} = 0$$

$$nS\alpha = 10L|\dot{I}|$$

Отсюда $|\dot{I}| = \frac{nS\alpha}{10L}$

2) В этом случае $\mathcal{E}_i$ и $\mathcal{E}_{i2}$ есть в обеих катушках,

Также в них есть $\mathcal{E}_{Si1}$ и $\mathcal{E}_{Si2}$.

$$\mathcal{E}_{i1} = -n \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = -n \frac{\Delta (B_1 S)}{\Delta t} = -nS \frac{\Delta B_1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -3n \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = -3n \frac{\Delta (B_2 S)}{\Delta t} = -3nS \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$$



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: $\frac{\varphi}{\varphi_0}(x)$
 $x = \frac{3R}{4}$
 φ_0
 R, Q, r

Решение:

1) В диэлектрике индуцируется заряд сферич. -
 Он распределен равномерно.

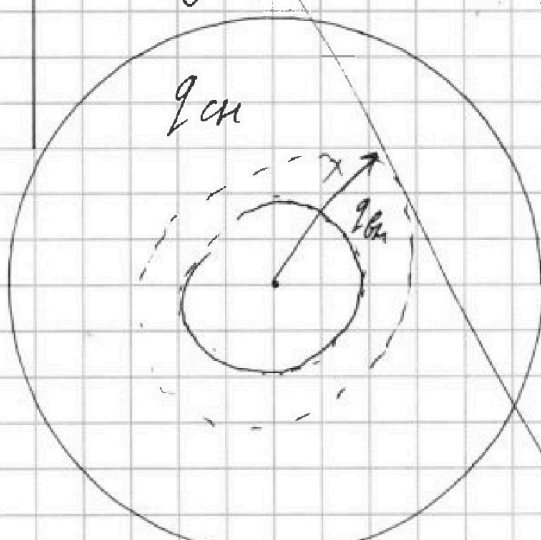
Тогда объёмная плотность заряда будет:

$$\rho = \frac{-Q}{\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)}$$

Разобьём заряд на 2 группы (снаружи сферы и внутри сферы радиусом x)

Тогда $q_{\text{сн}} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi(R^3 - x^3) =$
 $= \rho \cdot \frac{4}{3}\pi(R^3 - \frac{27}{64}R^3) =$
 $= \rho \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot \frac{37}{64}R^3$

2) E - ?



Тогда $q_{\text{сн}} = \frac{4}{3}\pi \cdot \frac{37R^3}{64} \cdot \frac{(-Q)}{\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)} = -\frac{37R^3 Q}{64(R^3 - r^3)}$

Аналогично $q_{\text{вн}} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi(\frac{27}{64}R^3 - r^3) =$
 $= \frac{4}{3}\pi(\frac{27R^3}{64} - r^3) \cdot \frac{(-Q)}{\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)}$



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
__ 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:

$$L_1 = L;$$

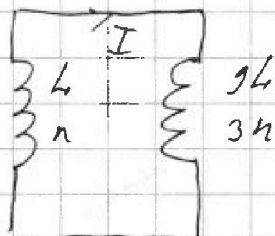
$$L_2 = 9L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha$$

Решение:



1) Из-за изменения магнитного поля в катушке L_1 , в ней возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(SB)}{dt} = -S\frac{dB}{dt} = S\alpha$

1) $\dot{I}$ - ?

В катушках начинается тес. ток $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ в катушке L_2 возникает ЭДС

$$\text{самоиндукции } \mathcal{E}_{s1} = -9L\dot{I}$$

П.к. напряжения в катушках равны, то $|\mathcal{E}_1| = |\mathcal{E}_{s1}|$

$$\text{Тогда } S\alpha = 9L\dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{S\alpha}{9L}$$



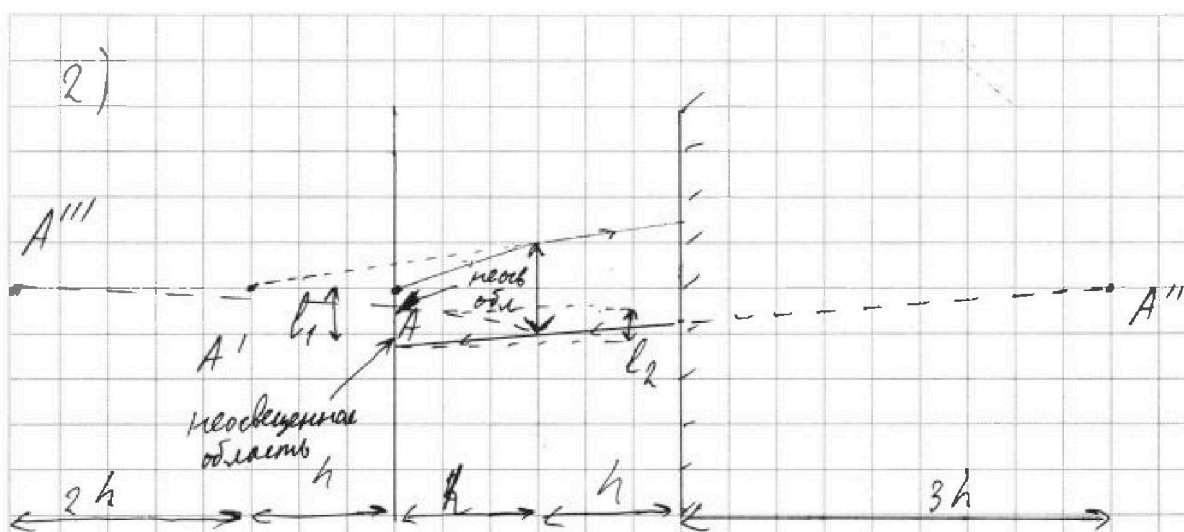
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА

~~4~~ из ~~4~~

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!



Линейка A; изображение в линзе A'; в зеркале A''

Если A'' предмет, то изображение A''' по формуле тонкой линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{4h} = \frac{1}{4h}$$

Отсюда $f = 4h$

Аналогично п. 1 из подобия получаем:

$$\frac{l_1}{5h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow l_1 = \frac{5}{4}r \quad ; \quad \frac{l_2}{h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow l_2 = \frac{r}{4}$$

$$\text{Тогда } S_2 = \pi l_1^2 - \pi l_2^2 = \pi \left(\frac{25}{16} r^2 - \frac{1}{16} r^2 \right) = \frac{24}{16} \pi r^2 = \frac{3}{2} \pi r^2$$

$$S_2 = \frac{3}{2} \pi \cdot 4 = 6\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 1) $S_1 = 7\pi$; 2) $S_2 = 6\pi$.



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

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:

Q ;

φ_0 ; R ; r ;

$x = \frac{3}{4}R$

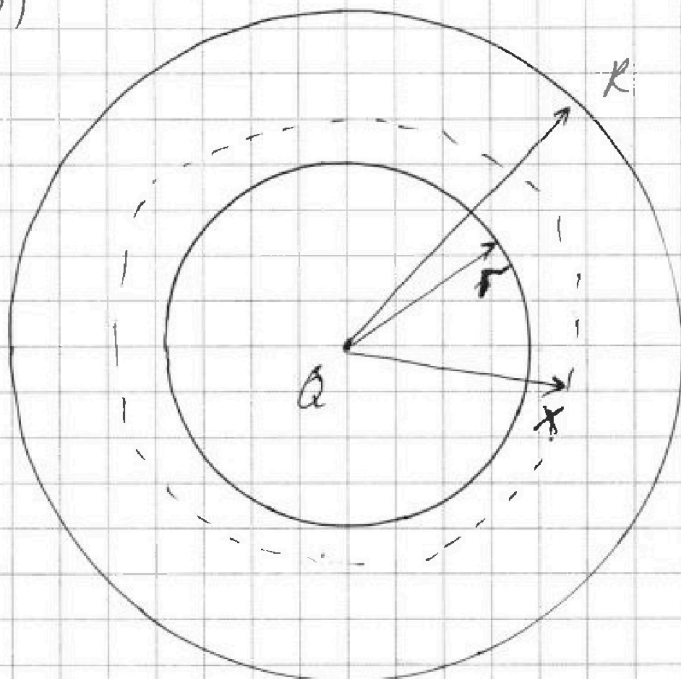
$\frac{\varphi}{\varphi_0}(x)$

1) $\varphi_x = ?$

2) $E = ?$

Решение:

1)



В электрике индуцируется заряд $-Q$; если $x > r$, но $x < R$, то найдем $E(x)$

$$\rho = \frac{-Q}{\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)} \quad \text{— плотность заряда}$$

Заряд внутри сферы радиуса x : $q = \rho$

$$q(x) = \rho \frac{4}{3}\pi(x^3 - r^3)$$

$$E(x) = \frac{k q(x)}{\epsilon x^2} = \frac{k \rho (x^3 - r^3)}{\epsilon x^2} + \frac{k Q}{x^2}$$

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!

$$p_1 = 5p_0$$

$$p_2 = 2p_0$$

$$p_3 = 3p_0$$

$$V_1 = 3V_0$$

$$V_2 = 6V_0$$

$$V_3 = V_1 = 3V_0$$

$$u_{31} = \left| \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) \right| = \frac{3}{2} |9p_0 V_0 - 15V_0 p_0| = \frac{63}{2} p_0 V_0 - 9p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} (p_1 - p_3) \cdot (V_2 - V_3)$$

$$A = \frac{1}{2} (p_1 - p_3) \cdot (V_2 - V_3) = \frac{1}{2} \cdot 8p_0 \cdot 3V_0 = 3p_0 V_0$$

$$\left[\frac{u_{31}}{A} = 3 \right]$$

привести

$$\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right) = -\frac{V}{V_0} + 8 \quad / \cdot p_0 V_0$$

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

$$p(V) = -V + 8p_0$$

$$T_2 = \frac{12V_0 p_0}{2R}$$

$$p(V) = -V + 8p_0$$

$$T = \frac{pV}{2R} = \frac{-V^2 + 8p_0 V}{2R}$$

$$p_4 = -\frac{p_0}{V_0} 4V_0 + 8p_0 = 4p_0$$

$$T_m = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{2R} = \frac{16}{2R} p_0 V_0$$

$$T' = \frac{1}{2R} (-2V + 8p_0) = 0$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0$$

$$T = \frac{-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V}{2R}$$

$$T' = \frac{1}{2R} \left(-2\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right)$$

$$T' = \frac{1}{2R} \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V + 8p_0 \right) = 0$$

$$\frac{2p_0 V}{V_0} = 8p_0$$

$$V = \frac{8V_0}{2} = 4V_0$$

$$\frac{T_m}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$



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!

$$\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right) = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4$$

$$p(V) = -\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} V + 4p_0$$

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

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{5}{2} p + V \frac{dp}{dV} \quad \left| \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} \right.$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = -\frac{5}{2} \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{5}{2} \cdot 4p_0 + V \cdot \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} = 0$$

$$\frac{p_0 V}{V_0} = 4p_0$$

$$\frac{5}{2} \cdot 4p_0 = \frac{p_0 V}{3V_0} + \frac{5}{2 \cdot 3} \frac{p_0 V}{V_0}$$

$$10p_0 = \frac{2}{3} \frac{p_0 V}{V_0} + \frac{5}{6} \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{7}{6} \frac{p_0 V}{V_0}$$

$$10 \cdot 6V_0 = 7V \Rightarrow V = \frac{60V_0}{7} \approx 8.57V_0$$

$$\ln \frac{V}{V_0} = \ln \frac{60}{7} = \ln 8.57$$

$$\frac{58}{5} \quad \frac{65}{5} \quad \frac{151}{8} \quad \frac{19}{1}$$

100%



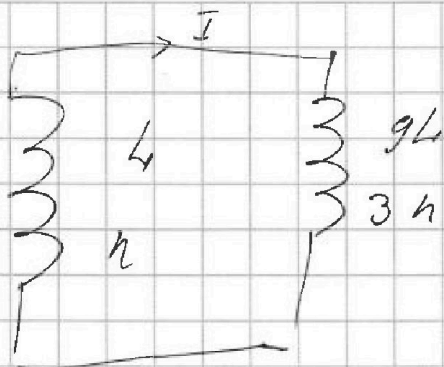
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

5



$$\begin{aligned} \frac{U}{R} &= \frac{10}{1} = 10 \\ \frac{U}{L} &= \frac{10}{3} = \frac{10}{3} \end{aligned}$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = 5 \times$$

$$\mathcal{E}_{s_i} = - L \dot{I} = 5 \times$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{s_1} + \mathcal{E}_{s_2} &= 0 \\ \mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{s_1} + \mathcal{E}_{s_2} &= 0 \\ \mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{s_1} + \mathcal{E}_{s_2} &= 0 \end{aligned}$$

$$(\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{s_1} - \mathcal{E}_{s_2}) + 10L \dot{I} = 0$$

$$\begin{aligned} 15000 \\ - 3468 \\ \hline 11532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15000 \\ - 3468 \\ \hline 11532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{s_1} + \mathcal{E}_{s_2} &= 0 \\ 5 \times + 10 \times + 9 \times &= 0 \end{aligned}$$

$$5 \times = 10 \times$$

$$\begin{aligned} 8948 \\ 682 \times \\ \hline 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15000 \\ 8 \times \\ \hline 1875 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15000 \\ 8 \times \\ \hline 1875 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \times 10^4 \\ 15 \times 10^3 \\ \hline 2 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} = 0$$

$$\frac{1}{2} = 0$$