



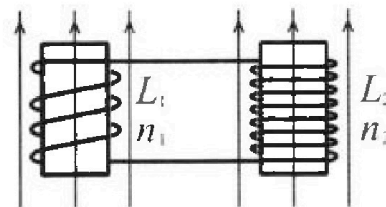
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

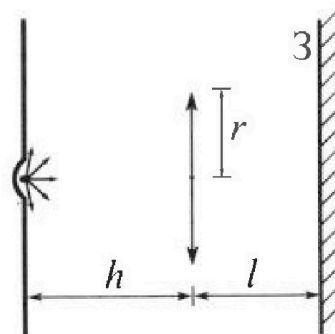


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой 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 $2B_0/3$, 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 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.



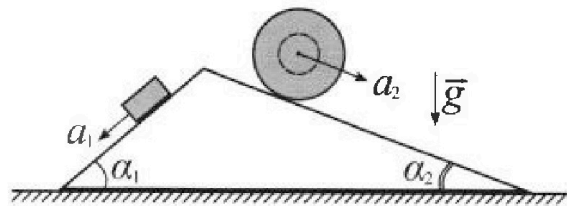
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

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.

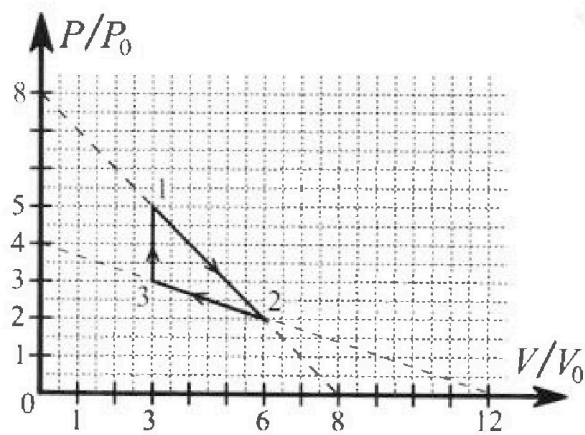


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

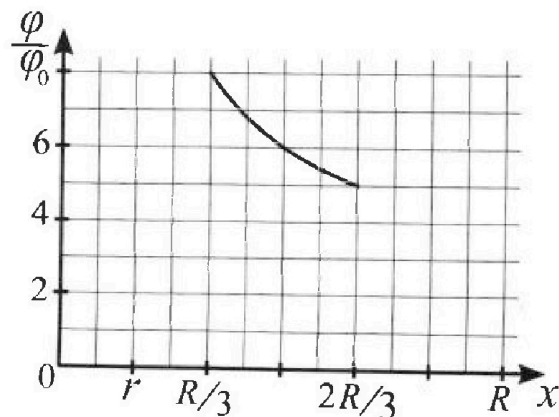
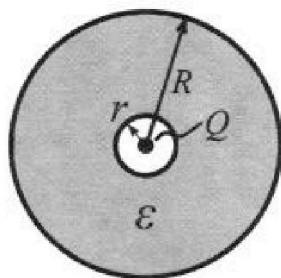
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





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!

~~Решение~~

$$F_3 = mg \left(\frac{12}{25} - \frac{40 \cdot 15}{289} - \frac{64}{425} + \frac{69 \cdot 15}{85 \cdot 17} \right) =$$
$$= mg \left(\frac{12}{25} - \frac{600}{289} - \frac{64}{425} + \frac{1035}{289} \right) = \left(\frac{204 - 64}{425} + \frac{122 - 600}{289} \right) mg =$$
$$= \left(\frac{140}{425} - \frac{478}{289} \right) mg = \left(\frac{28}{85} - \frac{24}{17} \right) mg = \frac{476 - 2040}{1445} = -\frac{1564}{1445} mg$$

$F_3 = -\frac{1564}{1445} < 0$, значит, направлена в противоположную сторону

$$F_3 = \frac{1564}{1445}$$

Ответ: $F_1 = \frac{16}{85} mg$; $F_2 = \frac{64}{85} mg$; $F_3 = \frac{1564}{1445} mg$



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
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:

$$a_1 = \frac{7g}{17}; \text{м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{8g}{25}$$

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

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}; \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$1) F_1 = ? \quad 2) F_2 = ?$$

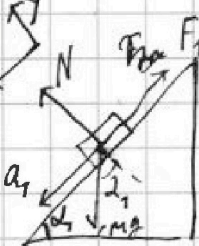
$$3) F_3 = ?$$

1)



Рассмотрим

Грузик массой m.



Возьмем 2 закон Ньютона

$$\text{Грузика: } X: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = \frac{3}{5}mg - mg \frac{7}{17} =$$

$$= \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 17} mg = \frac{16}{85} mg. \Rightarrow$$

$$F_1 = \frac{16}{85} mg$$

$$F_1 = \frac{16}{85} mg$$

2) Рассмотрим шар массой m:



2 закон Ньютона:

$$Y: \cancel{mg \cos \alpha_2} = Q \quad Q = mg \cos \alpha_2$$

$$X: \cancel{5mg \sin \alpha_2} - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5mg \sin \alpha_2 - 5ma_2 = mg \left(\frac{40}{17} - \frac{8}{5} \right) = mg \frac{200 - 136}{85} = mg \frac{64}{85}$$

$$F_2 = \frac{64}{85} mg$$

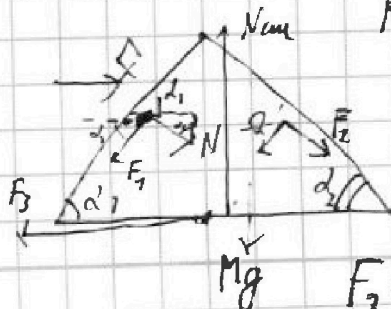
3) Рассмотрим клин, он находится в

$$\text{покое. } 23H: \hat{X}: +N \cdot \sin \alpha_1 - Q \cdot \sin \alpha_2 -$$

$$- F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0 \quad F_3 = 0$$

$$F_3 = N \cdot \sin \alpha_1 - Q \cdot \sin \alpha_2 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

$$F_3 = mg \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 5mg \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17}$$

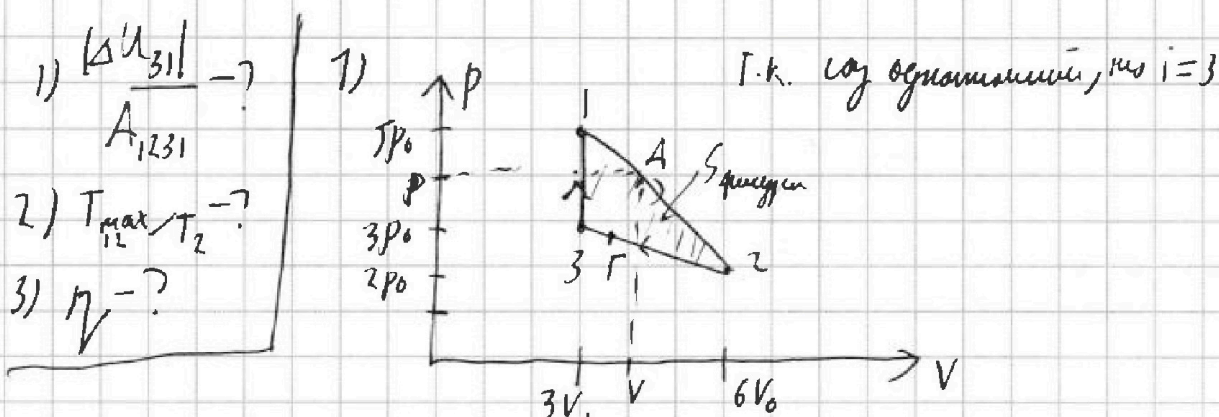




1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$\Delta U_{31} = U_3 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} (-9p_0 V_0 + 15p_0 V_0) = +9p_0 V_0$$

$$A_{1231} = S_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2p_0 = 3p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{1231}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$$

2) $T_2 = 2p_0 \cdot 6V_0 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\nu R}$ (по уравнению

Менделеева - Клапейрона). Температуры точек 1-2:

$$p(V) = \alpha V + \beta \Rightarrow \begin{cases} 5p_0 = \alpha \cdot 3V_0 + \beta \\ 2p_0 = \alpha \cdot 6V_0 + \beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5p_0 - 2p_0 = 3\alpha V_0 - 6\alpha V_0 \\ 3p_0 = -3\alpha V_0 \Rightarrow \alpha = -\frac{p_0}{V_0} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \beta = 8p_0 \quad 5p_0 = -3p_0 + \beta \Rightarrow \beta = 8p_0 \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0$$

По ур-ию Менделеева - Клапейрона:

$$p(V) \cdot V = \nu R T \Rightarrow p(V) = \frac{\nu R T}{V} \Rightarrow T_{12}(V) = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V \right)$$

зависимость $T(V)$ в процессе 1-2 - график параболы ветви вниз $V_0 = 4V_0$. $\Rightarrow T = T_{\max} = T(4V_0)$



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 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!

$$T(4V_0) = \frac{1}{VR} \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0^2 + 8p_0 \cdot 4V_0 \right) = \frac{1}{VR} (-16p_0V_0 + 32p_0V_0) =$$

$$= \frac{16p_0V_0}{VR} \Rightarrow \boxed{\frac{T_{max,12}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}}$$

Путь точка A(p; V)

3) Рассмотрим процесс 1-2: Путь V_0 A - общий замкнутый цикл в этом процессе. По 1 началу термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} 15p_0V_0 + \frac{1}{2} (p + 5p_0)(V - 3V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} pV - \frac{45}{2} p_0V_0 + \frac{1}{2} pV - \frac{3}{2} pV_0 + \frac{5}{2} p_0V - \frac{15}{2} p_0V_0 = 2pV - 30p_0V_0 - \frac{3}{2} pV_0 + \frac{5}{2} pV$$

$$\text{В процессе 1-2: } p = p_{12}(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \Rightarrow$$

$$Q = -\frac{2p_0}{V_0} V^2 + 16p_0V - 30p_0V_0 + \frac{5}{2} p_0V - \frac{3}{2} V_0 \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) =$$

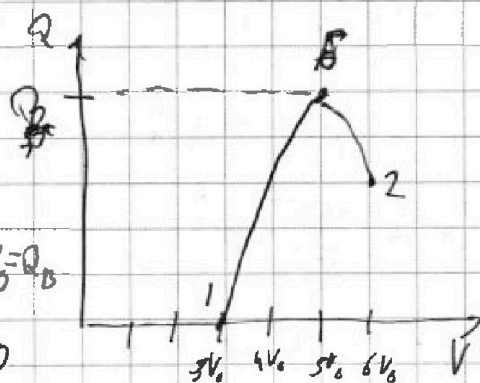
$$= -\frac{2p_0}{V_0} V^2 + 16p_0V - 30p_0V_0 + \frac{5}{2} p_0V + \frac{3}{2} p_0V - 12p_0V_0 = -\frac{2p_0}{V_0} V^2 + 20p_0V - 42p_0V_0$$

$$Q = Q_{12}(V) = -\frac{2p_0}{V_0} V^2 + 20p_0V - 42p_0V_0$$

$$V_B^* = \frac{-20p_0V_0}{-4p_0} = 5V_0$$

$$Q(V_B^*) = -\frac{2p_0}{V_0} \cdot 25V_0^2 + 100p_0V_0 - 42p_0V_0 = 8p_0V_0 = Q_B$$

$$\cancel{Q} \neq Q(3V_0) = -\frac{2p_0}{V_0} \cdot 9V_0^2 + 60p_0V_0 - 42p_0V_0 = 0$$



По графику видно, что процесс идет лишь в 1-Б и

возвращается в процессе 1-Б: $\boxed{Q_B = 8p_0V_0}$

Рассмотрим процесс 3-1: $Q_{31} = \Delta U_{31} = 9p_0V_0 -$
теплота в этом процессе производится $Q_{31} = 9p_0V_0$



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 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!

Таким образом получаем 2-3: $p_{23}(V) = fV + \Theta$; $\Rightarrow \begin{cases} 3p_0 = f \cdot 3V_0 + \Theta \\ 2p_0 = f \cdot 6V_0 + \Theta \end{cases}$

$$\Rightarrow p_0 = 3fV_0 - 2p_0 \Rightarrow f = -\frac{p_0}{3V_0} ; 3p_0 = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot 3V_0 + \Theta \Rightarrow \Theta = 4p_0$$

В процессе 2-3: $p_{23}(V) = -\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0$. Пусть точка Г имеет

координаты $\Gamma(p; V)$: $Q_{2r} = \Delta U_{2r} + A_{2r} = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} 12p_0V_0 -$

$$+ \frac{1}{2} (p + 2p_0)(6V_0 - V) = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} 12p_0V_0 - 3pV_0 + \frac{1}{2} pV - 6p_0V_0 + p_0V =$$

$$= \frac{3}{2} pV - 18p_0V_0 - 3pV_0 + \frac{1}{2} pV - 6p_0V_0 + p_0V = 2p_0V_0 - 24p_0V_0 - 3pV_0$$

$$= 2pV - 24p_0V_0 - 17p_0V_0 - 3pV_0 - 6p_0V_0 = 2pV - \frac{2p_0V^2}{3V_0} + 8p_0V - 17p_0V_0 - 6p_0V_0 -$$

$$- 3V_0 \left(-\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0 \right) = -\frac{2p_0V^2}{3V_0} - 9p_0V - 6p_0V_0 + p_0V - 12p_0V_0 =$$

$$= \frac{2p_0V^2}{3V_0} - 8p_0V - 18p_0V_0 \Rightarrow Q_{2r} = Q^*(V) = \frac{2p_0V^2}{3V_0} - 8p_0V - 18p_0V_0$$

$$Q^*(6V_0) = \frac{2p_0 \cdot 36V_0^2}{3V_0} - 48p_0V_0 - 18p_0V_0$$

$$Q_{2r} = 2pV - 24p_0V_0 - 3pV_0 + p_0V$$

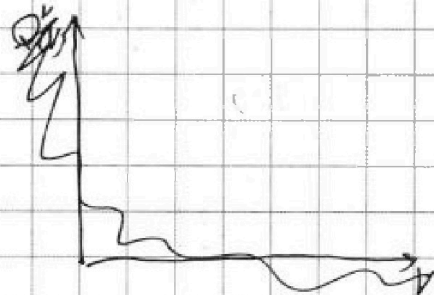
$$Q_{2r} = \frac{2p_0V^2}{3V_0} - 24p_0V_0$$

$$Q_{2r} = 2pV - 24p_0V_0 \quad Q_{2r} = -\frac{2p_0V^2}{3V_0} + 8p_0V - 24p_0V_0 + p_0V +$$

$$+ p_0V - 12p_0V_0 = -\frac{2p_0V^2}{3V_0} + 10p_0V - 36p_0V_0 \Rightarrow Q^*(V) \text{ зависит}$$

$$Q_{2r} = -\frac{2p_0V^2}{3V_0} + 10p_0V - 36p_0V_0 \Rightarrow Q^*(V) \text{ зависит}$$

$$Q^*(6V_0) = -\frac{2p_0 \cdot 36V_0^2}{3V_0} + 60p_0V_0 - 36p_0V_0 = 0$$





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 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!

$Q^*(V)$

В

$$V_0^* = \frac{-16p_0 \cdot 3V_0}{-4p_0} = +\frac{15}{2}V_0 = 7,5V_0$$

$$Q^*(3V_0) = -\frac{2p_0 \cdot 9V_0^2}{5V_0} + 30p_0 \cdot V_0 - 36p_0V_0 \leq 0$$

Этот процесс можно

описать так.

$$\eta = \frac{A_{1231}}{Q_H}; \quad A_{1231} = 3p_0V_0$$

$$Q_H = Q_B + Q_{31} = 18p_0V_0;$$

$$\eta = \frac{3p_0V_0}{18p_0V_0} = \frac{1}{6}$$

Ответ: 1) 3 2) $\frac{4}{3}$ 3) $\frac{1}{6}$



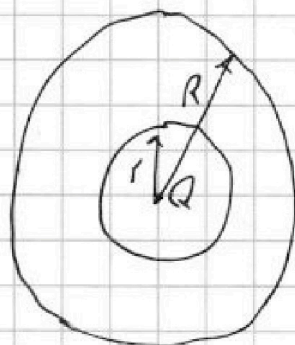
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

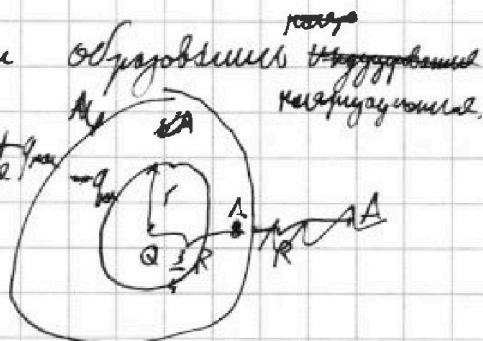
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Решение
1) $r; Q; \epsilon; R$
 $P(\frac{3R}{4}) = ?$
2) $\epsilon = ?$



Выявляем то, что
заряд Q создает поле,
напряженность,
но в диэлектрике произойдет
поляризация -
явление электроиндуцированности

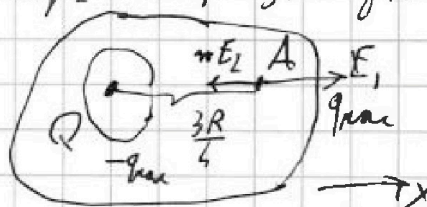
поляризуем, так, чтобы внутри образовались индуцированные заряды, т.е. q_{ind} и $-q_{ind}$ - индуцированные заряды. Эти заряды будут
распределены равномерно. Пусть



точка A находится $\frac{3R}{4}$ от центра шара, тогда:

$$+q_{ind} - q_{ind} = 0 \Rightarrow q_{ind} = q$$

$$\frac{16kQ}{9R^2} = E_1; |E_1| = \frac{16kq}{9R^2}; \text{т.е.}$$



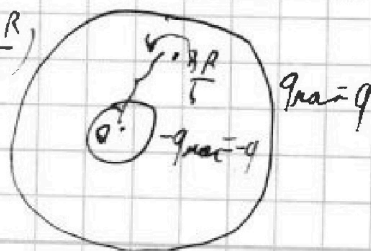
q_{ind} не создает напряженности.
Внутри диэлектрика поле $\downarrow$ в ϵ раз.

$$X: \Rightarrow \frac{16kQ}{9R^2} - \frac{16kq}{9R^2} = \frac{16kQ}{9\epsilon R^2} \Rightarrow Q - q = \frac{Q}{\epsilon} \Rightarrow q = \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

$$\text{Полное: } P(\frac{3R}{4}) = P_1(\frac{3R}{4}) + P_2(\frac{3R}{4}) + P_3(\frac{3R}{4})$$

$$P_1(\frac{3R}{4}) = \frac{4kQ}{3R}; P_2(\frac{3R}{4}) = \frac{4k(-q)}{3R}$$

$$P_3(\frac{3R}{4}) = \frac{kq}{R}$$





1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$\begin{aligned} \text{Получаю } p\left(\frac{3R}{\epsilon}\right) &= \frac{4kQ}{3R} - \frac{4kq}{3R} + \frac{kq}{R} = \frac{4kQ}{3R} - \frac{kq}{3R} = \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ(\epsilon-1)}{3R\epsilon} = \\ &= \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{3R} + \frac{kQ}{3R\epsilon} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{3R\epsilon} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon}\right) = \frac{kQ}{3R\epsilon} (3\epsilon+1) \\ \boxed{p\left(\frac{3R}{\epsilon}\right) &= \frac{kQ}{3R\epsilon} (3\epsilon+1)} \end{aligned}$$

2) P_0 - потенциал вне шара находящегося на расстоянии y .

Получаю $P_0 = \frac{kQ}{y}$; полярные заряды не дают вклада.

$$p\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k(-q)}{R} + \frac{3kQ}{R} = \frac{3k}{R} (Q-q) = \frac{3k}{R} \left(Q - \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) = \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$p\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3k(-q)}{2R} + \frac{3kQ}{2R} + \frac{kq}{R} = \frac{k}{R} \left(Q - 2q\right) = \frac{k}{R} \left(Q - \frac{2Q(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) = \frac{k}{R} \left(\frac{3Q}{\epsilon} - \frac{2Q}{\epsilon}\right)$$

$$p\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k(-q)}{2R} + \frac{3kQ}{2R} + \frac{kq}{R} = \frac{k}{R} \left(Q - \frac{1}{2}Q\right) = \frac{k}{R} \left(\frac{3Q}{2} - \frac{1}{2}Q\right)$$

$$\frac{p\left(\frac{R}{3}\right)}{P_0} = \delta; \quad \frac{p\left(\frac{2R}{3}\right)}{P_0} = \epsilon =, \quad \frac{p\left(\frac{R}{3}\right)}{\delta} = \frac{p\left(\frac{2R}{3}\right)}{\epsilon} =,$$

$$\frac{k}{R\delta} \left(Q - \frac{2Q(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) = \frac{k}{\epsilon R} \left(Q - \frac{1}{2}Q \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) \quad | \cdot \frac{R}{kQ}$$

$$\frac{1}{\delta} \left(1 - \frac{2(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) = \frac{1}{\epsilon} \left(1 - \frac{\epsilon-1}{2\epsilon}\right) \Rightarrow \frac{1}{\delta} \left(-1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = \frac{1}{\epsilon} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right)$$

$$\frac{1}{\delta} \left(\frac{k}{R} \left(3Q - 2q\right)\right) = \frac{1}{\epsilon} \frac{k}{R} \left(\frac{3Q}{2} - \frac{1}{2}Q\right) \quad | \cdot \frac{R}{kQ}$$

$$\frac{1}{\delta} \left(3 - \frac{2(\epsilon-1)}{\epsilon}\right) = \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{3}{2} - \frac{(\epsilon-1)}{2\epsilon}\right) \Rightarrow \frac{1}{\delta} \left(7 + \frac{2}{\epsilon}\right) = \frac{1}{\epsilon} \left(7 + \frac{1}{2\epsilon}\right)$$

$$\frac{1}{\delta} + \frac{1}{4\epsilon} = \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{10\epsilon} \Rightarrow \frac{1}{4\epsilon} - \frac{1}{10\epsilon} = \frac{1}{\epsilon} - \frac{1}{\delta}$$



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 3

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!

$$\frac{5-2}{20\epsilon} = \frac{8-5}{90} \Rightarrow \frac{3}{20\epsilon} = \frac{3}{90} \Rightarrow \boxed{\epsilon=2}$$

Ответ: $\varphi\left(\frac{3R}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{3R\epsilon} (3\epsilon+1)$
 $\epsilon=2$



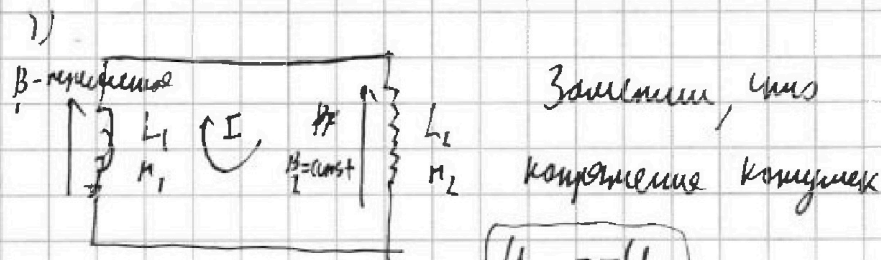
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 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
 $L_1 = L$
 $L_2 = 9L$
 $n_1 = n; n_2 = 3n$
 $S; I' = ?$
 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -d;$
 1) $L_1: B_0$ до $\frac{2B_0}{3}$
 $L_2: \frac{B_0}{3}$ до $\frac{B_0}{12}$
 $I_0 = ?$



$$U_{L_1} = -U_{L_2}$$

$$U_{L_1} = \Phi'_{\text{внеш}} + \Phi'_{\text{соб}} = (n_1 B_1 S)' + L_1 I'$$

$$U_{L_2} = \Phi'_{\text{внеш}} + \Phi'_{\text{соб}} = (n_2 B_2 S)' + L_2 I'$$

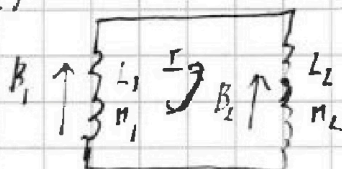
сократим уменьшим пока в катушках равны.

$\Phi'_{\text{внеш}} = 0$, т.к. во второй катушке поле

$$U_{L_1} = -U_{L_2} \Rightarrow \Phi'_{\text{внеш}} = (n_1 B_1 S)' = -n_1 S d$$

$$U_{L_1} = -U_{L_2} \Rightarrow -n_1 S d + L_1 I' = -9 L I' \Rightarrow I' = \frac{n_1 S d}{10 L}$$

2)



Напряжения на катушках: $U_{L_1}^* = -U_{L_2}^*$

$$U_{L_1}^* = (n_1 B_1 S)' + L_1 I' = n_1 S \frac{\Delta B_1}{\Delta t} + L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$U_{L_2}^* = (n_2 B_2 S)' + L_2 I' = 3n_1 S \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + 9L \frac{\Delta I}{\Delta t}; \text{ уменьшение}$$

тока равны: $n_1 S \frac{\Delta B_1}{\Delta t} + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -(3n_1 S \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + 9L \frac{\Delta I}{\Delta t}) \cdot \Delta t$

$$n_1 S \Delta B_1 + L \Delta I = -3n_1 S \Delta B_2 - 9L \Delta I \rightarrow \text{продифференцируем от}$$

тока катушек начнем до заданного (кагда на $L_1: B_0$ до $\frac{2B_0}{3}$; на $L_2: \frac{B_0}{3}$ до $\frac{B_0}{12}$). Т.е. $n_1 S \Sigma \Delta B_1 + L \Sigma \Delta I = -3n_1 S \Sigma \Delta B_2 - 9L \Sigma \Delta I$

$$\Rightarrow n_1 S (\frac{2B_0}{3} - B_0) + L (I_0 - i) = -3n_1 S (\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3}) - 9L (I_0 - i)$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

~~Продолжить~~ где i - конечный ток, не достигнуто, величина тока не было, тогда:

$$-nS \frac{B_0}{3} + LI_0 = +\frac{3}{4}nSB_0 - 9LI_0$$

$$10LI_0 = \frac{3}{4}nSB_0 + \frac{1}{3}nSB_0 = \frac{13}{12}nSB_0 \Rightarrow I_0 = \frac{13nSB_0}{120L}$$

$$\text{Итак: } I' = \frac{nS\omega}{10L} ; I_0 = \frac{13nSB_0}{120L}$$



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!

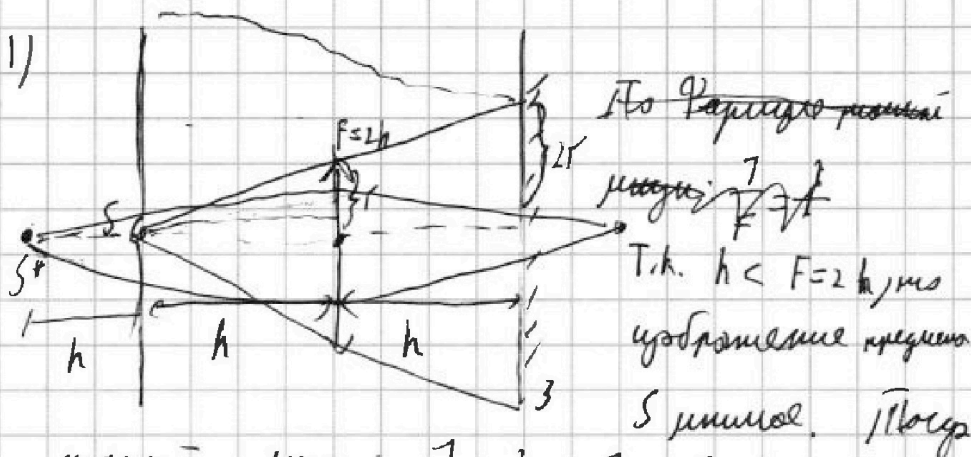
$$F = 2h;$$

$$r = 2\text{ см};$$

$$l = h$$

$$1) S_1 - ?$$

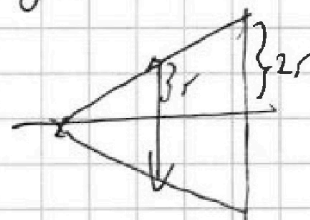
$$2) S_2 - ?$$



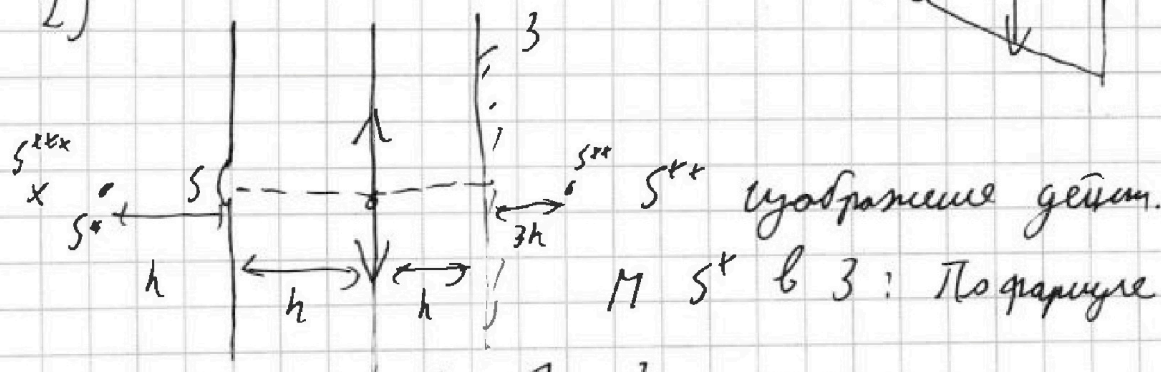
По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{h} - \frac{1}{f}$, где f - расстояние от линзы до изображения S^* . $\frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h}$

$$f = 2h$$

Т.к. l минимально, то площадь освещенной части зеркала $S_1 = (2r)^2 \pi = 16\pi \text{ см}^2$



2)



тонкой линзы: $\frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2h$ - расстояние от линзы до изображения S^*

действ. M S* в Z

действ. M S* в Z: По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2h$ - расстояние от линзы до изображения S^* , которое является действ., т.к. $4h > F = 2h$



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
☐

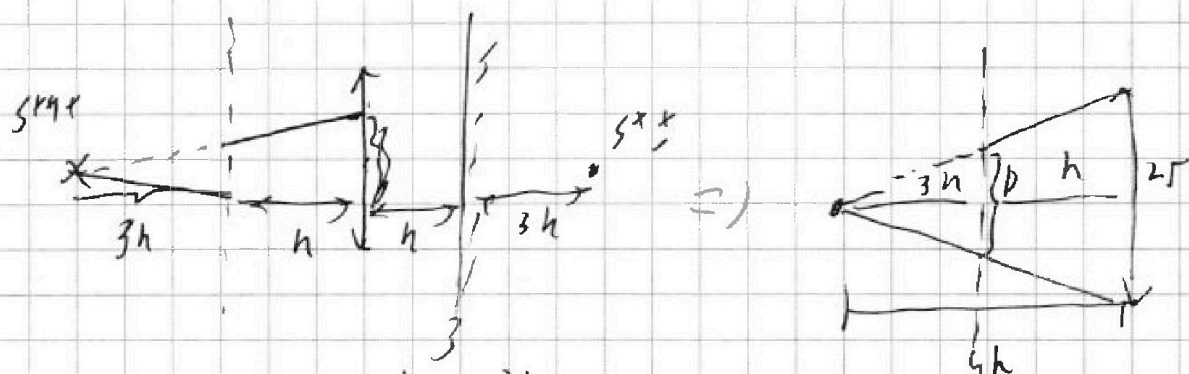
5
☒

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!



Из подобия Δ : $\frac{p}{2r} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow p = \frac{3}{2}r = 3 \text{ см}$

1) Тогда $S_2 = \left(\frac{p}{2}\right)^2 \cdot \pi = \frac{9}{4}\pi \text{ см}^2$

Ответ: $S_1 = 16\pi \text{ см}^2$; $S_2 = \frac{9}{4}\pi \text{ см}^2$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

Handwritten calculations and diagrams on grid paper.

Top left: $\frac{12}{25}$

Top center: -8

Top right: $\frac{40 \cdot 15}{2} \left\{ \begin{array}{l} E=0, \text{ если } r < R \\ E = \frac{4Q}{r^2}, \text{ если } r > R \end{array} \right.$

Left column calculations:

- $54 \cdot 15 = 810$
- $85 \cdot 17 = 1445$
- 192
- 2090
- 976
- 7000
- 97590817
- 52434124
- 1040
- 521
- 1564
- 10.3
- $2.2 =$

Center calculations:

- 3
- 17
- 85
- 17.5
- 5
- 17
- 196
- 28
- 476
- $\frac{1}{12} - \frac{1}{3} = \frac{1-4}{12} = -\frac{3}{12} = -\frac{1}{4}$
- 34

Right column calculations:

- $40 \cdot 15$
- 2
- 64
- 15
- 320
- 64
- 960
- 425
- 25
- 175
- 204
- 69
- 600
- 192
- 425
- 40
- 25
- 190
- 10
- 20
- 85
- 17
- 7
- 1
- 5
- 28
- 17
- 3
- 85
- 117
- 595
- 88
- 1445
- 3
- 1
- 946
- 170
- 2040
- $\frac{3}{5} + \frac{1}{3} = \frac{9+5}{15} = \frac{14}{15}$
- 206
- 216

Bottom left diagram: