



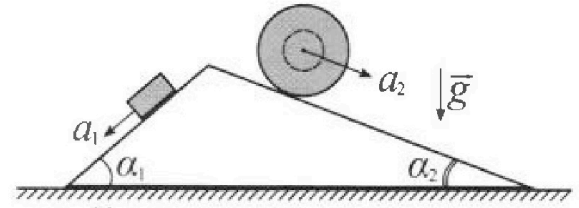
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

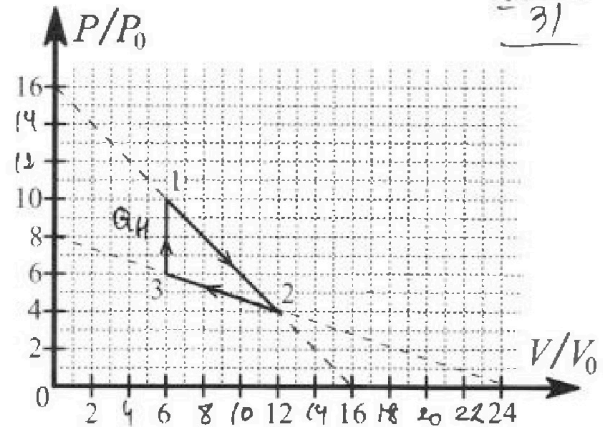
$$\zeta = \frac{R}{6} \frac{\frac{4 \cdot \frac{9m}{4} \cdot \frac{8g}{27}}{18g} + \frac{24}{45g}}{\frac{26-51}{17}} = \frac{26-51}{17} = \frac{25}{17}$$

$$\frac{180}{459} = \frac{60}{153} = \frac{20}{51}$$

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэф. ффициентом 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  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

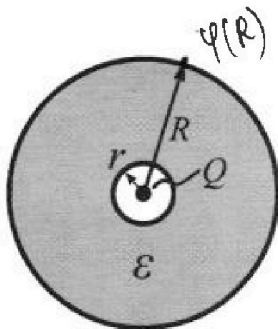
$$\frac{37}{9} = 2$$

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

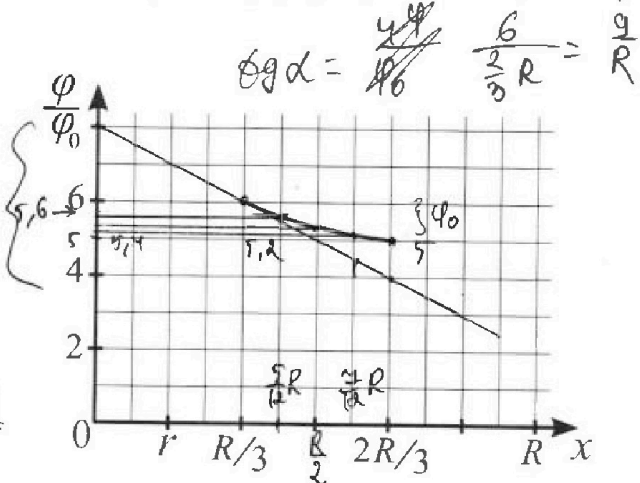
$$\frac{5R}{6} - \frac{2R}{6} = \frac{R}{6}$$

$$\frac{4R}{12} + \frac{R}{12} = \frac{5R}{12}$$

$$\frac{6R}{12} + \frac{R}{12} = \frac{7R}{12}$$



$$\frac{2R}{6} + \frac{R}{6} = \frac{3R}{6}$$



$$\epsilon \varphi_0 = \frac{4\varphi}{\frac{6}{3}R} = \frac{9}{R}$$



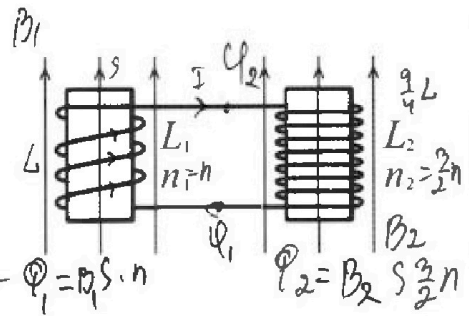
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



## Вариант 11-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.

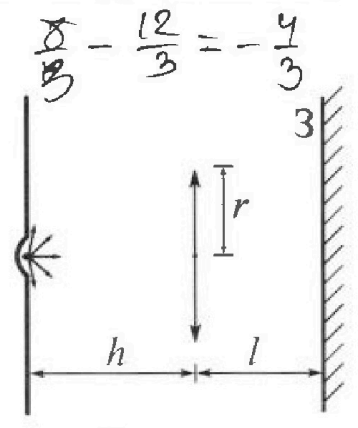


$$\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{dB}{dt} S n \leftarrow \Phi_1 = B_1 S n$$

$$\Phi_2 = B_2 S \frac{3n}{2}$$

- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

$$I_1 = -I_2$$

$$dI_1 = -dI_2$$

$$\Phi = \Delta I$$

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

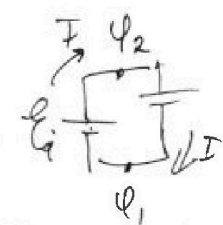
$$\frac{d\Phi}{dt} = -\mathcal{E}_{\text{св}} = (\Phi'_{\text{внеш}} + \Delta I')$$

$$-\mathcal{E}_{\text{св}} = -\Delta B n + \Delta I' = -\frac{9}{4} \Delta I'$$

$$-\mathcal{E}_{\text{св}} = \Delta I'$$

$$\frac{13}{4} \Delta I' = \Delta B n$$

$$I' = \frac{4 \Delta B n}{13 L}$$

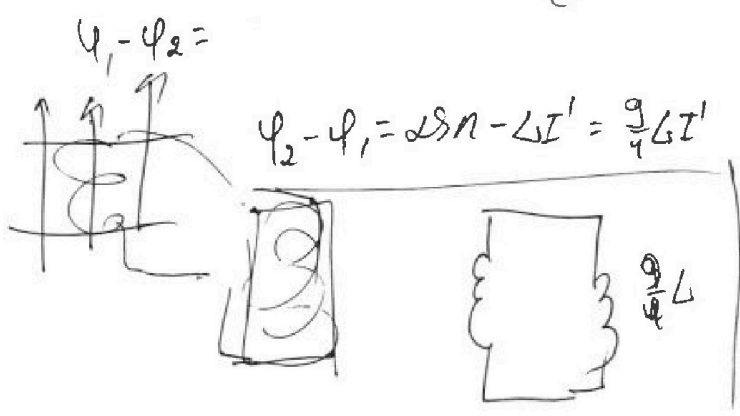


$$\Phi_2 - \Phi_1 = \frac{dB_1}{dt} S n + \Delta I'$$

$$\Phi_2 - \Phi_1 = \frac{dB_2}{dt} S \frac{3n}{2} + \frac{9}{4} \Delta I'$$

$$\frac{dB_1}{dt} S n + L dI_1 = \frac{3}{2} \frac{dB_2}{dt} S n + \frac{9}{4} L dI_2$$

$$\frac{dB_1}{dt} S n + \frac{13}{4} L dI_1 = \frac{3}{2} \frac{dB_2}{dt} S n$$





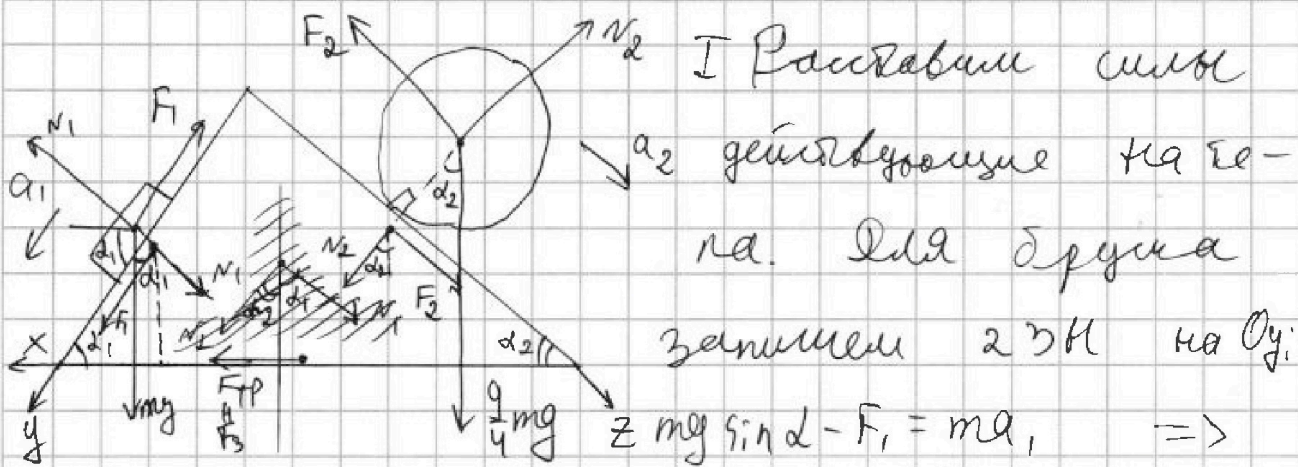


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} z \, mg \sin \alpha - F_1 &= ma, \quad \Rightarrow \\ \Rightarrow F_1 &= m(g \sin \alpha - a) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{2g}{14}\right) = mg \frac{51 - 25}{85} = \\ &= \frac{26}{85} mg \end{aligned}$$

II Для второго шара запишем Т.О. вместе с суммой вектора массы и спроецируем на  $Oz$ :

$$\begin{aligned} \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2 &= \frac{9}{4} ma_2 \Rightarrow F_2 = \frac{9}{4} m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \\ &= \frac{9}{4} m\left(\frac{8}{17}g - \frac{8g}{24}\right) = \frac{8 \cdot 9}{4} mg \left(\frac{216 - 27 - 17}{459}\right) = 18mg \frac{10}{459} = \\ &= \frac{180}{459} mg = \frac{20}{51} mg = \frac{20}{31} mg \end{aligned}$$

III Предположим, что  $F_3 = F_{тр}$  действующая как и раньше направлена влево. По 2 УН для клина на  $Ox$  запишем:

$$F_3 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 = 0 \quad (1)$$

или неподвижен.

Из второго закона Ньютона для шара и



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!

Бруски имеют массы  $N_1$  и  $N_2$ :

$$N_1 = m_1 \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m_1$$

$$N_2 = \frac{9}{4} m_2 \cos \alpha_2 = \frac{9}{4} m_2 \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68} m_2$$

Возвращаясь к (1)

$$F_3 + \frac{4}{5} \cdot \frac{26}{85} m_1 - \frac{4}{5} m_1 \cdot \frac{3}{5} + \frac{135}{68} m_2 \cdot \frac{8}{17} - \frac{20}{31} m_2 \cdot \frac{15}{17} = 0$$

$$F_3 + \frac{4}{5} \left( \frac{26-85}{85} \right) m_1 + \frac{4}{25} m_1 \left( \frac{26}{17} - 3 \right) + \frac{15}{17} m_2 \left( \frac{9 \cdot 8}{68} - \frac{20}{31} \right) =$$

$$= -\frac{4}{25} m_1 \cdot \frac{25}{17} + \frac{2 \cdot 15}{17} m_1 \left( \frac{36 \cdot 31 - 10 \cdot 68}{2108} \right) = -\frac{4}{17} m_1 + \frac{30}{17} m_1 \frac{436}{2108}$$

$$= -\frac{4}{17} m_1 + \frac{30}{17} m_1 \frac{2 \cdot 18}{1054} = -\frac{4}{17} m_1 + \frac{36}{17} m_1 \frac{109}{527} =$$

$$= \frac{4}{17} m_1 \left( \frac{109 \cdot 9}{527} - 1 \right) = \frac{4}{17} m_1 \frac{454}{527} = \frac{1816}{8959} m_1$$

Отв. 1)  $F_1 = \frac{26}{85} m_1$ ; 2)  $F_2 = \frac{20}{31} m_2$ ; 3)  $F_3 = \frac{1816}{8959} m_1$



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!

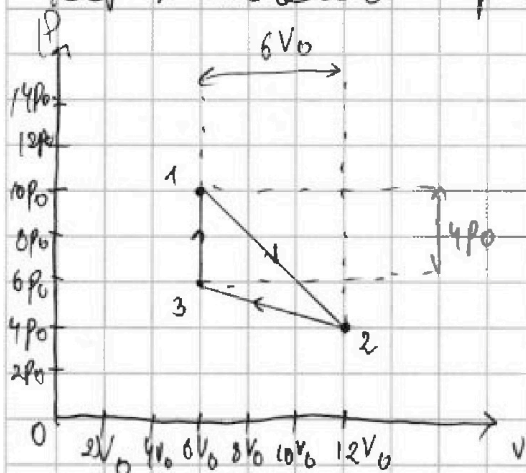
I По графику определим зависимость  $\frac{P}{P_0} \left( \frac{V}{V_0} \right)$

для 1-2; 2-3:

$$1-2: \frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0} \rightarrow P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$2-3: \frac{P}{P_0} = 8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \rightarrow P = 8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

Переведем график в  $P(V)$  координатах.



Работу найдем как площадь цикла:  $A = \frac{1}{2} \cdot 4P_0 \cdot 6V_0 = 12P_0V_0$

$$\text{Затем, что } \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (48P_0V_0 - 60P_0V_0)$$

$$= -\frac{3}{2} (12P_0V_0) = -18P_0V_0, \text{ тогда } |\Delta U_1| = 18P_0V_0$$

$$\text{Указанное отношение } \alpha = \frac{|\Delta U_1|}{A} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{3}{2} = 1,5$$

II Уследим процесс 1-2:

По уравнению Менделеева-Клапейрона:  $PV = \nu RT$ , тогда

$$16P_0V - \frac{P_0}{V_0} V^2 = \nu RT(1), \text{ тогда } (\nu RT)' = \nu R \frac{dT}{dV} = 16P_0 - \frac{2P_0}{V_0} V(2)$$

$$T \text{ максимально, когда } (2) = 0: 16P_0 = \frac{2P_0 V}{V_0} \rightarrow V = 8V_0 -$$

$$\text{- при таком объеме } T = T_{\max}, \text{ тогда } 16P_0 \cdot 8V_0 - \frac{P_0}{V_0} 64V_0^2$$

$$\Rightarrow \nu RT_{\max} = 64P_0V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{64P_0V_0}{\nu R}$$

Для соотношения  $\alpha$  по уравнению Менделеева-Клапейрона:

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 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!

$$8p_0 \cdot 36 p_0 V_0 = 2R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{36 p_0 V_0}{2R}, \text{ тогда}$$

$$\frac{T_{нн}}{T_3} = \frac{64 p_0 V_0}{2R \cdot 36 \frac{p_0 V_0}{2R}} = \frac{64}{36} = \frac{32}{18} = \frac{16}{9}$$

III Изменим 1-2 по I закон Термодинамики:

$$\delta Q = \delta A + \frac{3}{2} 2R dT \Rightarrow \frac{\delta Q}{dV} = p + \frac{3}{2} 2R \frac{dT}{dV}, \text{ тогда}$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V + \frac{3}{2} 2R \left( 16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0} \right) = 16 p_0 + \frac{p_0}{V_0} V + 24 p_0 - 3 \frac{p_0}{V_0} V = 40 p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} V \quad (3)$$

Т.к. для 1-2:  $dV > 0$ ,  $p_0$  остается неизменной по

соотношения  $40 p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} V = 0 \rightarrow V = 10 V_0$ , тогда для (3):

$$\delta Q = 40 p_0 dV - 2 \frac{p_0}{V_0} V dV$$

Поэтому при  $V = 10 V_0$  проинтегрируем:  $Q_{12} = 40 p_0 \cdot 4 V_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} \frac{64 V_0^2}{2} = 160 p_0 V_0 - 128 p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$

Аналогично проанализируем процесс 2-3:

$$8 p_0 V - \frac{p_0}{3 V_0} V^2 = 2R T, \text{ тогда } 8 p_0 - \frac{2 p_0}{3 V_0} V = 2R \frac{dT}{dV},$$

$$\text{тогда } \frac{\delta Q}{dV} = 8 p_0 - \frac{p_0}{3 V_0} V + \frac{3}{2} \left( 8 p_0 - \frac{2 p_0}{3 V_0} V \right) =$$

$$= 8 p_0 - \frac{p_0 V}{3 V_0} + 12 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} = 20 p_0 - \frac{4 p_0 V}{3 V_0}$$

Т.к.  $dV < 0$  для в процессе 2-3,  $p_0$  остается

неизменной пока  $20 p_0 - \frac{4 p_0 V}{3 V_0} < 0$





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  
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!

$10\% \rho_0 < \frac{24\rho_0 V}{3V_0} \rightarrow 30V_0 < 2V \rightarrow V > 15V_0$  - видно,  
что  $V$  за пределами процесса ~~2-3~~ 2-3, значи-  
тельно работа здесь не ведется.

3-1: процесс 3-1 изохорный, тогда  $C = C_V = \frac{iR}{2} =$   
 $= \frac{3}{2}R$ , значит  $Q_{31} = \frac{3}{2}R \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2}(60\rho_0 V_0 - 36\rho_0 V_0) =$   
 $= \frac{3}{2}(24\rho_0 V_0 = 36\rho_0 V_0 > 0 \rightarrow Q_{31} = Q_{H31}$

В идее работа нагревателя равна  $Q_H = Q_{H31} +$   
 $+ Q_{H12} = 36\rho_0 V_0 + 32\rho_0 V_0 = 68\rho_0 V_0$

значит  $\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{12\rho_0 V_0}{68\rho_0 V_0} = \frac{6}{34} = \frac{3}{17}$

Ответ: 1) 1,5 ; 2)  $\frac{16}{9}$  ; 3)  $\eta = \frac{3}{17}$

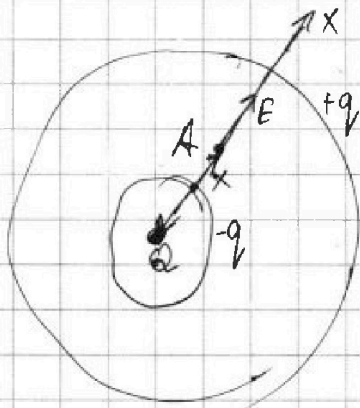


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



Т.к. шар-диэлектрик,  $\epsilon_0$  не в нём уменьшается в  $\epsilon$  раз за счёт перераспределения зарядов  $+q$  и  $-q$  (см рис).  $q$  распределяется по внешней сфере и не создаёт поля внутри, а

$-q$  создаёт поле  $E_{-q} = \frac{kq}{x^2}$ . Как же заряд

$Q$  создаёт поле  $\frac{kQ}{x^2}$ . По определению  $\epsilon_0$ :  $\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} \Rightarrow Q\left(\frac{1}{\epsilon_0} - 1\right) = -q \Rightarrow$

$$\Rightarrow q = Q \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} = Q\left(1 - \frac{1}{\epsilon_0}\right)$$

Рассм т.д. на расстоянии  $x$  от центра.

В) Если потенциал равен.  $\varphi_x = \frac{kQ}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{x} =$   
 $= \frac{kQ}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kQ}{\epsilon_0 R} - \frac{kQ}{x\epsilon_0} + \frac{kQ}{x\epsilon_0} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon_0 R} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} -$   
 $\frac{kQ}{R}\left(1 - \frac{1}{\epsilon_0}\right) + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} = \frac{kQ(\epsilon_0 - 1)}{R\epsilon_0} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x}$  — справедливо,  $\forall x \leq R$

В точке  $x = \frac{11}{12}R$ :  $\varphi_{11} = \frac{11kQ(\epsilon_0 - 1)}{11R\epsilon_0} + \frac{12kQ}{11\epsilon_0 R} = \frac{kQ}{R\epsilon_0} - \frac{kQ}{\epsilon_0 R} +$   
 $\frac{12kQ}{11R\epsilon_0} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{11R\epsilon_0}$

2) Найдем  $\varphi_0$ :





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon_0 \varphi_0} \left( \frac{\epsilon_0 - 1}{R} + \frac{1}{x} \right), \text{ находим } \int_{\frac{R}{3}}^{\frac{2R}{3}} d \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right) \cdot dx = S -$$

- площадь пог. пластины:

$$S = \frac{kQ}{\epsilon_0 \varphi_0} \left( \frac{\epsilon_0 - 1}{R} \right) \cdot \left( \frac{2}{3}R - \frac{R}{3} \right) + \frac{kQ}{\epsilon_0 \varphi_0} \ln \frac{\frac{2R}{3}}{\frac{R}{3}} =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon_0 \varphi_0} \left( \frac{\epsilon_0 - 1}{R} \right) \cdot \frac{R}{3} + \frac{kQ}{\epsilon_0 \varphi_0} \ln 2$$

Почему по клеткам подсказано  $S: S \approx \frac{1}{3}R$

$$\text{Из формулы } \varphi_k: \varphi_0 = \frac{kQ}{R\epsilon_0} (\epsilon_0 - 1) + \frac{3kQ}{\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{6R\epsilon_0} (\epsilon_0 - 1) + \frac{kQ}{2\epsilon_0 R}, \text{ тогда}$$

$$\frac{11}{3}R = \left( \frac{kQ}{6R\epsilon_0} (\epsilon_0 - 1) + \frac{kQ}{2\epsilon_0 R} \right) = \frac{kQ}{3\epsilon_0} (\epsilon_0 - 1) + \frac{kQ \ln 2}{\epsilon_0}$$

$$\frac{11}{18} kQ (\epsilon_0 - 1) + \frac{11}{6} kQ = \frac{6kQ}{18} (\epsilon_0 - 1) + kQ \ln 2$$

$$kQ (\epsilon_0 - 1) \left( \frac{11}{18} - \frac{1}{3} \right) = kQ \left( \ln 2 - \frac{11}{6} \right) \Rightarrow \epsilon_0 - 1 = \frac{18(\ln 2 - \frac{11}{6})}{9}$$

$$\epsilon_0 = 1 + \frac{18}{9} \left( \ln 2 - \frac{11}{6} \right) \approx 1 + \frac{18}{9} \cdot \left( \frac{9}{6} - \frac{11}{6} \right) \approx$$

$\approx$

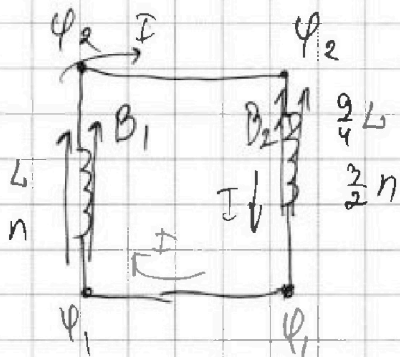


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Пусть  $B_1$  и  $B_2$  — индукции полей справа и слева, когда

$\Phi_1 = B_1 S n$  — магн. поток пронизывающий левую катушку,

а  $\Phi_2 = B_2 S \cdot \frac{3}{2} n$  — правую катушку.

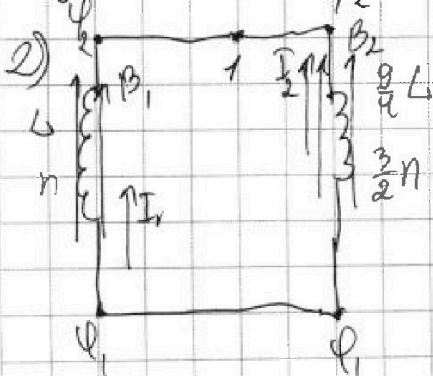
В первом пункте, на катушке с уменьшающимся  $B_1$ , создается разность потенциалов:

$$\Phi_2 - \Phi_1 = - \left( \frac{d\Phi_1}{dt} + L I' \right) = - \frac{dB_1}{dt} S n + L I' = 2 S n - L \frac{dI}{dt}$$

Для второй катушки  $\Phi_2 - \Phi_1 = \frac{9}{4} L I'$  — по правилу Ленца. Приравняем:  $\frac{9}{4} L I' = 2 S n + L I' \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{13}{4} L I' = 2 S n \rightarrow I' = \frac{4 S n}{13 L} \text{ — скорость}$$

изменения тока в катушках.



Запишем закон электромагнитной индукции для обеих катушек:

$$\Phi_2 - \Phi_1 = - \left( \frac{d\Phi_1}{dt} + L I_1' \right)$$

$$\Phi_2 - \Phi_1 = - \left( \frac{d\Phi_2}{dt} + \frac{9}{4} L I_2' \right), \text{ где}$$

$I_1$  — ток, который создается левой катушкой, а



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!

$I_2$  ток которой обе со стороны кольца правая.

По БСЗ для т.1:  $I_1 = -I_2$ , тогда  $dI_1 = -dI_2$

Приведем  $\psi_2 - \psi_1$ :  $-\frac{dB_1}{dt} S_n - L \frac{dI_1}{dt} = -\frac{dB_2}{dt} S \cdot \frac{3}{2} n -$   
 $-\frac{9}{4} L \frac{dI_2}{dt} \cdot dt$

$-dB_1 S_n - L dI_1 = -dB_2 \cdot \frac{3}{2} S_n + \frac{9}{4} L dI_1$ , тогда

$-dB_1 S_n + \frac{3}{2} n S dB_2 = \frac{13}{4} L dI_1$

Продифференцируем:  $-S_n (\frac{3}{4} B_0 - B_0) + \frac{3}{2} n S (\frac{8}{3} B_0 - 4 B_0) =$   
 $= \frac{13}{4} L (I_1 - 0)$

$\frac{1}{4} S_n B_0 - \frac{3}{2} n S \frac{4}{3} B_0 = \frac{13}{4} L I_1 = -\frac{8}{4} n S B_0 + \frac{1}{4} S_n B_0$

Тогда  $\frac{13}{4} L I_1 = -\frac{4}{4} n S B_0 \rightarrow I_1 = -\frac{4 n S B_0}{13 L} < 0$

- ток течёт как  $I_2$  на рис по моду-

лю равенству  $\frac{4 n S B_0}{13 L}$

Отв: 1)  $\frac{4 n S n}{13 L}$ ; 2)  $\frac{4 n S B_0}{13 L} = I$

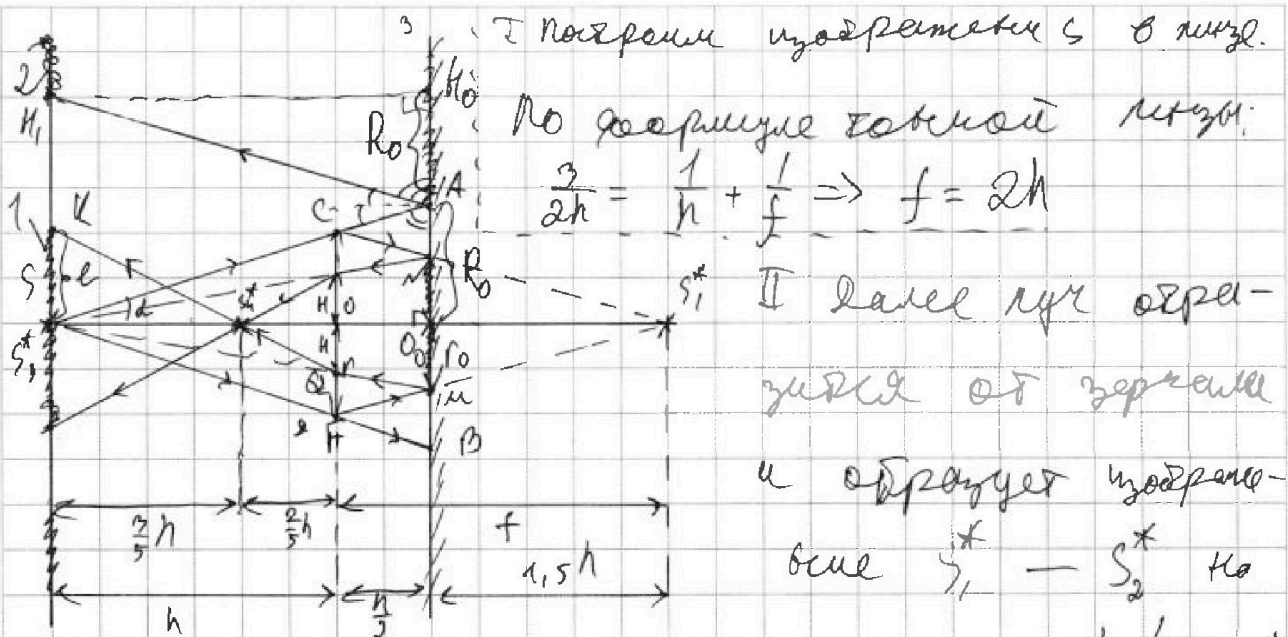


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



I Попробим изобразить  $S$  в линзе.

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{3}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2h$$

II Далее луч отрезка от зеркала и образует изображение  $S_1^*$  —  $S_2^*$  на

и образует изображение  $S_1^*$  —  $S_2^*$  на

Решим же расстоянием от зеркала  $1,5h$ . (см. рис)

Видно что  $S_2^*$  совпадает с  $S$ .

III Линза фокусирует свет от мнимого объекта

еей источника  $S_3^*$  по формуле тонкой линзы:

$$\frac{3}{2h} = -\frac{4}{2h} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{9+4}{2h} = \frac{13}{2h} \Rightarrow f_1 = \frac{2h}{13}$$

$$= \frac{2}{13}h \rightarrow f_1 = \frac{2}{13}h$$

IV Теперь найдем  $P_0$  и  $R_0$  (см. рис) рассмотрим крайние лучи которые преломляются в линзе. Лучи

лучи  $2$  которых меньше преломляются в линзе и падают как на рогатки озяря область  $1$  стекла. Лучи для которых  $2$  больше

прейдут выше линзы и образуются от зеркала

прейдут выше линзы и образуются от зеркала

прейдут выше линзы и образуются от зеркала

прейдут выше линзы и образуются от зеркала



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!

полагает обратно на сетку. Из подобия  $\Delta SCO \sim \Delta SAQ_0$ :  $\frac{r}{R_0} = \frac{K}{2K} \rightarrow \frac{r}{R_0} = \frac{2}{3} \rightarrow R_0 = \frac{3}{2}r$

Из подобия  $\Delta O_0NS_1^* \sim \Delta COS_1^*$ :  $\frac{r}{r_0} = \frac{2K}{3K} = \frac{4}{3} \rightarrow r_0 = \frac{3}{4}r$

Однако между  $r_0$  и  $R_0$  не выполняется нера-

$$\text{венство } S_1 = \pi R_0^2 - \pi r_0^2 = \pi \left( \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \frac{9\pi}{16}(4-1)r^2 = \frac{27}{16}\pi r^2$$

Найдём  $H$ :  $\frac{r_0}{H} = \frac{1,5K}{K} = \frac{3}{2} \rightarrow H = \frac{2}{3}r_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4}r = \frac{r}{2}$

из подобия  $\Delta S_2MO_0 \sim \Delta SOQ_0$ .

Из подобия  $\Delta QOS_4^* \sim \Delta KSS_4^*$ :  $\frac{r}{H} = \frac{\frac{3}{2}K}{\frac{2}{3}K} = \frac{3}{2}$

$\rightarrow l = \frac{2}{3}H = \frac{2}{3} \cdot \frac{r}{2} = \frac{r}{3}$  - такого радиуса нет

но от центра на сетке.

Т.к.  $\Delta KHM_1 \sim \Delta O_0AS$ , то  $M_0A = R_0$ , и когда  $r, H$ ,

выходят от  $S$  на  $2R_0$ . Расстояние между

$2R_0$  и  $l$  не выполняется на сетке, тогда

$$S_2 = \pi 4R_0^2 - \pi l^2 = \pi \left( 4 \cdot \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = 9\pi r^2 \left( 1 - \frac{1}{16} \right) = \frac{9\pi r^2}{16} \cdot 15 = \frac{135}{16}\pi r^2$$

Ответ) 1)  $S_1 = \frac{27}{16}\pi r^2$ , 2)  $S_2 = \frac{135}{16}\pi r^2$ ;  $S_1 = 27\pi \text{ см}^2$   
 $S_2 = 135\pi \text{ см}^2$

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!

$F = \frac{2k}{3} \cdot \lambda$   
 $f = \frac{\frac{2k}{3} \cdot \lambda \cdot h}{h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{2}{3} \lambda h^2}{\frac{2}{3}h} = 2\lambda$   
 $f_2 = \frac{\frac{2k}{3} \cdot \lambda \cdot h}{h + \frac{2}{3}h} = \frac{\frac{2}{3} \lambda h^2}{\frac{5}{3}h} = \frac{2h}{5}$   
 $\frac{R}{r_0} = \frac{2k}{3} = 3 \rightarrow r_0 = \frac{r}{3}$   
 $\frac{R}{5/3} = \frac{k}{2} = \frac{2R}{3} = \frac{2}{3}$   
 $R = \frac{2r}{9}$   
 $\frac{R_0}{R} = \frac{3k}{2} = \frac{3}{2} \rightarrow R_0 = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} \cdot \frac{2r}{9} = \frac{r}{3}$   
 $\frac{R^*}{r} = \frac{2k}{3} = \frac{3}{2} \rightarrow R^* = \frac{3}{2} r$   
 $F_x = \frac{kQ}{x^2}$   
 $d\phi = -\frac{kQ}{x^2} dx$   
 $\phi = \frac{kQ}{x}$   
 $\phi_x = \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2}$   
 $\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx = -d\phi$   
 $-(\phi(R) - \phi(x)) = \frac{kQ}{\epsilon_0} \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) = \phi(x) - \phi(R) = -\frac{kQ}{\epsilon_0 x} + \frac{kQ}{\epsilon_0 R}$   
 $\frac{d(\phi/\epsilon_0)}{dx} = \frac{kQ}{\epsilon_0}$   
 $\phi(x) = \frac{kQ}{\epsilon_0 x}$   
 $6\phi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon_0 R}$   
 $2\phi_0 = \frac{kQ}{\epsilon_0 R} \rightarrow \phi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon_0 R}$



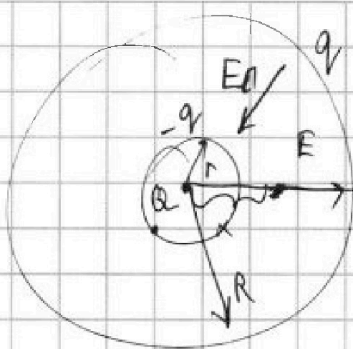


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E = \frac{kQ}{x^2} \quad E(x) = \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} \quad x^{-2}$$

$$\varphi = -\text{grad}(E)$$

$$\varphi = -\frac{dE(x)}{dx} = +\frac{2kQ}{\epsilon_0} \frac{1}{x^3} = \frac{2kQ}{\epsilon_0 x^3}$$

$$9.0 \leq x \leq R$$

$$6\varphi_0 = \frac{2kQ \cdot 27}{\epsilon_0 \cdot R^3} = \frac{54kQ}{R^3 \epsilon_0} = 6\varphi_0$$

$$5\varphi_0 = \frac{2kQ \cdot 27}{\epsilon_0 \cdot 8R^3} = \frac{54kQ}{8\epsilon_0 R^3} = \frac{27kQ}{4\epsilon_0 R^3}$$

$$\varphi_0 = \frac{27kQ}{20\epsilon_0 R^3} \quad x^{-3}$$

$$\frac{54kQ}{R^3 \epsilon_0} = 6 \frac{27kQ}{\epsilon_0 R^3}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{6kQ}{\epsilon_0 x^4} = -\frac{6kQ}{\epsilon_0 x^4} \quad | : \varphi_0$$

$$\frac{d\varphi}{\varphi_0 \cdot dx} = -\frac{6kQ}{\epsilon_0 \cdot \varphi_0 x^4} = -\frac{9}{R}$$

$$\frac{6kQ \cdot 81^9}{\epsilon_0 \varphi_0 \cdot R^{19}} = -\frac{9}{R}$$

$$\frac{54kQ}{\epsilon_0 \varphi_0 R^3} = -1$$

$$54kQ = \varphi_0 \epsilon_0 R^3$$

$$1 - \left(\varphi_0 - \frac{2kQ}{\epsilon_0 R^3}\right) = -2kQ \left(\frac{1}{10^3} - \frac{1}{R^3}\right)$$

$$-\varphi_0 + \frac{2kQ}{\epsilon_0 R^3} = \frac{2kQ}{R^3} - \frac{2kQ}{10^3}$$

$$\frac{E}{\epsilon_0} = E - E_n$$

$$E \left(\frac{1}{\epsilon_0} - 1\right) = -E_n$$

$$E_n = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_0}\right) = E \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}$$

$$\frac{d\varphi}{\varphi_0 dx} = \frac{6kQ}{\epsilon_0 x^4}$$

$$d\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)$$

$$x^4 \left(\frac{7R}{2}\right)^4 = \frac{R^4}{81}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} dx \varphi(R) = \frac{2kQ}{\epsilon_0 R^3}$$

$$-\frac{d\varphi}{dx} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$-d\varphi = \frac{kQ}{x^2} dx$$

$$-(0 - \varphi(R)) = -\frac{2kQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{10^3} - \frac{1}{R^3}\right)$$

$$\varphi(R) = \frac{2kQ}{\epsilon_0 R^3} = \frac{2kQ}{\epsilon_0 R^3}$$

$$-(0 - \varphi(R)) = -2kQ \left(\frac{1}{10^3} - \frac{1}{R^3}\right)$$



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!

$$A = 12 p_0 V_0 | 1-2; p = 8 p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$8 p_0 V - \frac{p_0}{3V_0} V^2 = \nu R T \rightarrow \nu R T = -\frac{p_0}{3V_0} V^2 + 8 p_0 V$$

$$T = \frac{8 p_0 \cdot 12 V_0 - \frac{p_0}{3V_0} \cdot 144 V_0^2}{\nu R} = \frac{96 p_0 V_0 - 48 p_0 V_0}{\nu R} = \frac{48 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\nu R \frac{dT}{dV} = -\frac{2 p_0}{3V_0} V + 8 p_0 = 0$$

$$8 p_0 = \frac{2 p_0 V}{3V_0}$$

$$24 V_0 = 2V$$

$$V = 12 V_0$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{48}{36} = \frac{24}{18} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$$

$$1-2: \delta Q = \delta A + \frac{3}{2} \nu R dT; 1-2 - \text{на } p_0: Q_{12} = \frac{10 p_0 + 4 p_0}{2} 6 V_0 +$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{48 p_0 V_0}{\nu R} \right)$$

$$8 p_0 V - \frac{p_0 V^2}{3V_0} = \nu R T$$

$$8 p_0 - \frac{2 p_0 V}{3V_0} = 0 \rightarrow \frac{2V}{3V_0} = 8 \rightarrow V = \frac{24 V_0}{2} = 12 V_0$$

$$8 p_0 \cdot 12 V_0 = \nu R T_1$$

$$T_1 = \frac{60 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$1-2: p = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$16 p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 = \nu R T$$

$$16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0} = 0$$

$$16 p_0 V_0 = 2 p_0 V \rightarrow V = 8 V_0$$

$$\delta Q = p dV + \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$\delta Q = 16 p_0 dV - \frac{p_0}{V_0} V dV + \frac{3}{2} \nu R (16 p_0 dV - \frac{2 p_0}{V_0} V dV)$$

$$16 p_0 \cdot 8 V_0 - \frac{p_0}{V_0} 64 V_0^2 = \nu R T$$

$$\delta Q = 16 p_0 dV - \frac{p_0}{V_0} V dV + 24 p_0 dV - \frac{3 p_0}{V_0} V dV$$

$$128 V_0 p_0 - 64 p_0 V_0 = \nu R T = 64 p_0 V_0$$

$$\delta Q = 40 p_0 dV - 4 \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = 40 p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V$$

$$dT = 16 p_0 dV - \frac{2 p_0 V}{V_0} dV$$

$$40 p_0 = 4 \frac{p_0}{V_0} V \rightarrow V = 10 V_0 \leftarrow Q_H$$

$$64 V_0^2$$

$$Q_H = 40 p_0 (10 V_0 - 6 V_0) - \frac{p_0}{V_0} \frac{100 V_0^2 - 36 V_0^2}{2} = 160 p_0 V_0 - 128 p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$$







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!

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{kq}{\epsilon_0 x} dx = S$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{kq}{\epsilon_0} \ln \frac{2R}{R/3} = \frac{kq}{\epsilon_0} \ln 2 = S = 2R$$

$$\begin{matrix} 20,8 \\ 22,6 \\ \hline 43,4 \end{matrix}$$

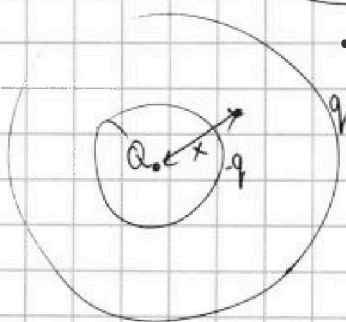
$$\frac{44}{12} \quad \frac{2^2}{6} = \frac{11}{3}$$

$$\frac{R}{6} \left( \frac{11,6}{2} + \frac{11}{2} + \frac{10,2}{2} + \frac{10,6}{2} \right) = \frac{R}{12} \cdot 43,4 = 2R$$

$$kq \ln(2) = 2R \varphi_0 \epsilon_0 = 2R \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{\varphi}{6}$$

$$\left. \begin{aligned} 6\varphi_0 &= \frac{3kq}{\epsilon_0 \cdot R} \\ 5\varphi_0 &= \frac{3kq}{\epsilon_0 \cdot 2R} \end{aligned} \right\} \frac{6}{5} = \frac{3}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{1}$$

$$E_n = \frac{kq}{x^2} = \frac{kq}{x^2} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon_0} x^{-1}$$



$$q = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon_0} = Q \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{x}$$

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= \frac{kq}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{kq}{R} \\ &= \frac{kq}{x} - \frac{kq}{x} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right) + \frac{kq}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right) = \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{\epsilon_0 R} - \frac{kq}{x} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right) \\ &= \frac{kq}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{\epsilon_0 x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{\epsilon_0 R} = \frac{kq}{\epsilon_0 x} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{\epsilon_0 R} \end{aligned}$$

$$= kq \left( \frac{1}{\epsilon_0 x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon_0 R} \right) = \frac{kq(R + \epsilon_0 x - x)}{\epsilon_0 x R}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{kq}{\epsilon_0 x R \varphi_0} (R + \epsilon_0 x - x) \quad \left| \quad 6\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon_0 R \varphi_0} \left( \frac{R}{x} + \epsilon_0 - 1 \right) \right.$$





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!

$$2-3: \delta P_0 + \frac{P_0}{V_0} \delta V = \delta R T \quad \left| \begin{array}{l} \delta P_0 = \frac{2P_0 \delta V}{V_0} \rightarrow U = 4U_0 \\ \delta R \frac{dT}{dV} = 8P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0} = 0 \end{array} \right.$$

$$\delta Q = \delta A + \frac{3}{2} \delta R T$$

$$\delta Q = P_0 \delta V + \frac{3}{2} \delta R T$$

$$\frac{\delta Q}{\delta V} = 8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V + \frac{3}{2} \delta R \left( 8P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0} \right) =$$

$$= 8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V + 12P_0 - \frac{9V P_0}{3V_0} = 20P_0 - \frac{10V P_0}{3V_0} < 0$$

$$20P_0 - \frac{10V P_0}{3V_0} = 0 \quad 2 = \frac{V}{3V_0} \rightarrow V = 6V_0$$

$$V > 6V_0$$

$$\delta Q = 20P_0 \delta V - \frac{10P_0 V}{3V_0} \delta V$$

$$Q_{23} = 20P_0 (6V_0 - 12V_0) - \frac{10P_0}{3V_0} \frac{36V_0^2 - 144V_0^2}{2}$$

$$Q_{23} = -120P_0 V_0 + \frac{5}{3} P_0 V_0 (108)$$

$$x^{-2} \rightarrow -\frac{1}{x}$$

$$Q_{23} = -120P_0 V_0 + 180P_0 V_0 = 60P_0 V_0$$

3-1! ...

$$\varphi_0 = \frac{2kq}{\epsilon_0 R^2}$$

$$\varphi_0 = \frac{2kq}{R^2} \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 \right) + \frac{2kq}{r_0^2} \quad \left| \begin{array}{l} 54kq = \frac{4kq}{R^2} \cdot \frac{27kq}{20R^2} \\ -d\varphi = \frac{kq}{\epsilon x^2} dx \\ -(5\varphi_0 - 6\varphi_0) = \frac{2kq}{\epsilon} \left( \frac{9}{8R^3} - \frac{7}{8R^3} \right) = -\frac{2kq}{\epsilon} \cdot \frac{63}{4R^3} \end{array} \right.$$

$\frac{2}{3}R$

$$\varphi_0 = + \frac{63kq}{4\epsilon R^3}$$

$$S = \int_{\frac{2}{3}R}^{\frac{4}{3}R} \varphi_0 dx = \frac{1}{\varphi_0} \int_{\frac{2}{3}R}^{\frac{4}{3}R} \frac{2kq}{\epsilon x^2} dx = \frac{2kq}{\varphi_0 \epsilon} \left( -\frac{3}{2R} + \frac{6}{2R} \right) = \frac{2kq \cdot 3}{\varphi_0 \epsilon \cdot 2R} = 2R$$

$$\varphi_0 = \frac{3kq}{2\epsilon R^2}$$



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  
\_\_ 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!

